



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев

» 2017 г.



**Рабочая программа дисциплины  
«Задачи экспериментальной аэроакустики»**

<b>Направление подготовки</b>	16.06.01 Физико-технические науки и технологии
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Авиационная акустика
<b>Научная специальность</b>	05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов
<b>Квалификация выпускника:</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС)
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 2, 3

**Семестры:** 4, 5

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

**Виды контроля с указанием семестра:**

Экзамен: - Зачёт: 4, 5

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Задачи экспериментальной аэроакустики» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 16.06.01 – Физико-технические науки и технологии.
- Общая характеристика образовательной программы.
- Паспорт научной специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года).

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры РКТЭС, протокол от «24» мая 2017 г. № 18.

Заведующий кафедрой

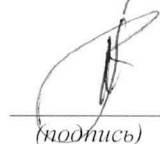
д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

М.И. Соколовский  
(инициалы, фамилия)

Разработчик программы

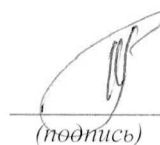
д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

Р.В. Бульбович  
(инициалы, фамилия)

Руководитель программы

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

Р.В. Бульбович  
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии  
по подготовке научных кадров  
Совета по науке и инновациям

  
(подпись)

В.П. Первадчук  
(инициалы, фамилия)

Начальник управления  
подготовки кадров  
высшей квалификации

  
(подпись)

Л.А. Свисткова  
(инициалы, фамилия)

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области экспериментальной аэроакустики.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

- способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ОПК-3);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной акустики (ПК-2).

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**  
– изучение теоретических основ современных методов проведения экспериментальных исследований в области аэроакустики;
- **формирование умений**  
– формирование умения определения целей экспериментального исследования конкретной аэроакустической задачи;
- **формирование навыков**  
– формирование навыков подготовки и проведения экспериментальных исследований в области аэроакустики;  
– формирование навыков применения программно-технических комплексов при выполнении экспериментальных исследований в области аэроакустики.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы экспериментального определения уровней, направленности и положения источников аэродинамического шума;
- оценка эффективности методов борьбы с разными видами аэродинамического шума.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.02 «Задачи экспериментальной аэроакустики» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- назначение и возможности специально разработанных для акустических и газодинамических исследований инструментальных и программных средств;
- существующие методы экспериментальных исследований для задач аэроакустики.

### **Уметь:**

- работать в программах измерения акустических и газодинамических параметров исследуемых процессов;
- разрабатывать схему эксперимента для необходимого вида аэроакустического исследования.

**Владеть:**

- навыками обработки экспериментальных данных с использованием специально разработанных для акустических и газодинамических исследований инструментальных и программных средств;
- методами и средствами экспериментальной исследований в области аэроакустики.

**2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1**

Код	Формулировка компетенции
ОПК-3	Способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-3.Б1.В.02	Способность самостоятельно выполнять экспериментальные исследования в области аэроакустики с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств

**Требования к компонентному составу части компетенции**

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> – назначение и возможности специально разработанных для акустических и газодинамических исследований инструментальных и программных средств	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> – работать в программах измерения акустических и газодинамических параметров исследуемых процессов	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> – навыками обработки экспериментальных данных с использованием специально разработанных для акустических и газодинамических исследований инструментальных и программных средств	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

**2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2**

Код	Формулировка компетенции
ПК-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной акустики

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-3.Б1.В.02	Способность к разработке новых и применению известных методов экспериментальных исследований в области аэроакустики

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> – существующие методы экспериментальных исследований для задач аэроакустики	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> – разработать схему эксперимента для необходимого вида аэроакустического исследования	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> – методами и средствами экспериментальной исследований в области аэроакустики	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

#### Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, час.		
		по семестрам		всего
		4 семестр	5 семестр	
1	Аудиторная работа	5	5	10
	В том числе			
	– лекции (Л)	5	–	
	– практические занятия (ПЗ)	–	5	
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1	2
3	Самостоятельная работа (СР)	66	66	132
4	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	–	–	
5	Форма итогового контроля:	Зачет	Зачет	
6	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	72	72	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	2	2	4

## 4. Содержание учебной дисциплины

### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4, 5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий				КСП	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа						
		всего	Л	ПЗ				
1	1	0,5	0,5				0,5	
	2	1,5	1,5			22	23,5	
	3	1,5	1,5			22	23,5	
	4	1,5	1,5			22	23,5	
<b>Всего по разделу:</b>		<b>5</b>	<b>5</b>		<b>1</b>	<b>66</b>	<b>72/2</b>	
2	5	1,5		1,5		12	13,5	
	6	1,5		1,5		22	23,5	
	7	1		1		32	33	
	8	1		1			1	
<b>Всего по разделу:</b>		<b>5</b>		<b>5</b>	<b>1</b>	<b>66</b>	<b>72/2</b>	
<b>Итого:</b>		<b>10</b>	<b>10</b>		<b>2</b>	<b>132</b>	<b>144/4</b>	

### 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### 4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

**Раздел 1. Методы экспериментальных исследований в аэроакустике**  
(Л – 5, СР – 66)

##### **Тема 1. Задачи экспериментальных исследований в аэроакустике**

Источники шума самолета. Шум самолета на местности. Шум самолета в салоне. Исследования на маломасштабных моделях в лабораторных условиях.

##### **Тема 2. Методы экспериментальных исследований шума турбулентной струи**

Измерения в дальнем поле шума струи авиационного двигателя. Локализация источников шума в струе. Измерение шума маломасштабной струи. Модальный анализ маломасштабной струи. Особенности модального анализа шума струи авиационного двигателя.

##### **Тема 3. Методы экспериментальных исследований шума вентилятора**

Измерения в дальнем поле шума вентилятора авиационного двигателя. Локализация источников на входе в воздухозаборник. Модальный анализ шума вентилятора на основе измерений кольцевой микрофонной решеткой.

##### **Тема 4. Методы экспериментальных исследований шума обтекания**

Измерение направленности излучения в дальнем поле. Азимутальная декомпозиция шума обтекания. Локализация источников шума при обтекании аэродинамических поверхностей.

#### 4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

**Раздел 2. Экспериментальные исследования в разработке средств борьбы с авиационным шумом**  
(ПР – 5, СР – 66).

##### **Тема 5. Измерения звукопоглощающих конструкций на интерферометре с нормальным падением волн**

Метод передаточной функции. Особенности акустических характеристик одно-, двух- и трехслойных звукопоглощающих конструкций, получаемых на интерферометре с нормальным падением волн.

##### **Тема 6. Измерения звукопоглощающих конструкций в канале с потоком**

Особенности распространения звука в каналах. Методы извлечения импеданса звукопоглощающих конструкций на основе измерений в канале с потоком.

##### **Тема 7. Измерения шума шевронных и гофрированных сопел**

Измерения в дальнем поле. Азимутальная декомпозиция шума шевронного сопла. Азимутальная декомпозиция шума гофрированного сопла.

##### **Тема 8. Экспериментальные исследования экранирования шума**

Экранирование шума струи. Экранирование шума винта.

#### 4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	5	Измерения звукопоглощающих конструкций на интерферометре с нормальным падением волн	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	6	Измерения звукопоглощающих конструкций в канале с потоком	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	7	Измерения шума шевронных и гофрированных сопел	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4	8	Экспериментальные исследования экранирования шума	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
---	---	---	---------------------------------------	---

#### 4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	2	Измерения в дальнем и ближнем поле: методы определения направленности и спектральной плотности акустического излучения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Измерения в дальнем и ближнем поле: методы определения интенсивности излучения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	2	Метод акустической голографии в ближнем поле	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	2	Метод бимформинга	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	3	Метод азимутальной декомпозиции	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	3	Метод взаимных корреляций с базовым сигналом	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	3	Модальный анализ шума вентилятора на основе диаграммы направленности акустического излучения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	4	Адаптивный бимформинг	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины



9	4	Методы оптимизации расположения микрофонов в антенне для плоского бимформинга	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	5	Методика измерения звукопоглощающих конструкций на интерферометре с нормальным падением волн в программе PULSE	Творческое задание	Темы творческих заданий
11	6	Методика измерения звукопоглощающих конструкций в канале с потоком в программе PULSE	Творческое задание	Темы творческих заданий
12	7	Методика измерения шума турбулентной воздушной струи в программе PULSE	Творческое задание	Темы творческих заданий
13	7	Методика обработки данных измерений шума турбулентной воздушной струи в программе PULSE	Творческое задание	Темы творческих заданий
14	7	Методика локализации источников шума с помощью плоской микрофонной антенны в программе PULSE	Творческое задание	Темы творческих заданий

### **5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины**

При изучении дисциплины «Задачи экспериментальной аэроакустики» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

### **6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

#### **7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Задачи экспериментальной акустики» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<b>Б1.В.02</b> <b>Задачи экспериментальной аэроакустики</b> <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b> <small>(цикл дисциплины/блок)</small> <table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>базовая часть цикла</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>обязательная</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть цикла</td><td><input type="checkbox"/></td><td>по выбору аспиранта</td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	обязательная	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/>	по выбору аспиранта
<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	обязательная						
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/>	по выбору аспиранта						
<b>16.06.01</b> <b>05.07.05</b> <small>код направления/ шифр научной специальности</small>	<b>Физико-технические науки и технологии</b> <b>Авиационная акустика</b> <small>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</small>								
<u>2017</u> <small>(год утверждения учебного плана)</small>	Семестр(ы) <u>4,5</u>	Количество аспирантов <u>2</u>							
<u>Аэрокосмический</u> <small>(факультет)</small>									
<u>РКТЭС</u> <small>(кафедра)</small>		<u>тел. 8(342)239-12-33; rkt@pstu.ru</u> <small>(контактная информация)</small>							

## 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Кузнецов В.М. Основы теории шума турбулентных струй. – М.: Физматлит, 2008. – 239 с.	2
2	Голдстейн М.Е. Аэроакустика. – М.: Машиностроение, 1981. – 294 с.	2
3	Мунин А.Г., Кузнецов В.М., Леонтьев Е.А. Аэродинамические источники шума. – М.: Машиностроение, 1981. – 248 с.	1 + ЭБ ПНИПУ
4	Аэроакустика / под. ред. А.В. Римского-Корсакова. – М.: Наука, 1980. – 144 с.	1
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Журнал. Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	
2	Журнал. Известия РАН. Механика жидкости и газа	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
Не предусмотрены		
<b>2.4 Официальные издания</b>		
Не предусмотрены		

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

#### **8.3.1. Лицензионные ресурсы<sup>1</sup>**

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

#### **8.3.1.1. Информационные справочные системы**

Не предусмотрены

#### **8.3.2. Открытые интернет-ресурсы**

1. Сайт ООО «АСМ тесты и измерения» - [asm-tm.ru](http://asm-tm.ru)

---

<sup>1</sup> собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

#### 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Самостоятельная работа	Office Professional 2007	42661567	Подготовка презентаций и отчетов
2	Самостоятельная работа студента	PULSE v.15	6603815	Измерение и обработка сигналов

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

#### 9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 6

№ п/п	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Мультимедийная аудитория	РКТЭС	304 к.Д АКФ	72	42
2	Компьютерный класс	РКТЭС	314 к.Д АКФ	72	12
3	Лаборатория механизмов генерации шума и модального анализа (ЛМГШИМА)	НОЦ АКТ	к.Д АКФ	150	10

#### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 7

№ п/п	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	Проектор Panasonic PT-LB78V	1	Оперативное управление	304, корпус Д
2	Компьютер – ноутбук HP G62	1	Оперативное управление	304, корпус Д
3	Персональные компьютеры (процессор: AMD FX-8150, ОЗУ: 8 Gb – 7 шт.; процессор: AMD Phenom II X4 970, ОЗУ: 8 Gb – 5 шт.)	12	Оперативное управление	314, корпус Д
4	Интерферометр	1	Оперативное управление	ЛМГШИМА НОЦ АКТ

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)</b>	<b>Кол-во, ед.</b>	<b>Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)</b>	<b>Номер аудитории</b>
5	Установка генерации турбулентной воздушной струи	1	Оперативное управление	ЛМГШиМА НОЦ АКТ
6	Микрофонная антенна для плоского бимформинга	1	Оперативное управление	ЛМГШиМА НОЦ АКТ
7	Заглушенная камера	1	Оперативное управление	ЛМГШиМА НОЦ АКТ

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине  
«Задачи экспериментальной аэроакустики»

<b>Направление подготовки</b>	16.06.01 Физико-технические науки и технологии
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Авиационная акустика
<b>Научная специальность</b>	05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов
<b>Квалификация выпускника:</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС)
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 2,3</b>	<b>Семестры: 4,5</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен: –	Зачёт: 4, 5

Пермь 2017г.

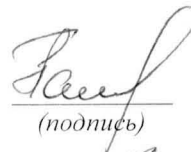
**Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Задачи экспериментальной аэроакустики»** разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 16.06.01 – Физико-технические науки и технологии.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года).

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры РКТЭС.  
Протокол от «24» мая 2017 г. № 18.

Заведующий кафедрой

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

М.И. Соколовский  
(инициалы, фамилия)

Руководитель программы

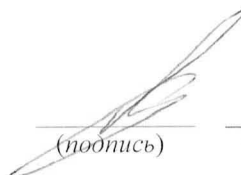
д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

Р.В. Бульбович  
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии  
по подготовке научных кадров  
Совета по науке и инновациям

  
(подпись)

В.П. Первадчук  
(инициалы, фамилия)

Начальник управления  
подготовки кадров  
высшей квалификации

  
(подпись)

Л.А. Свисткова  
(инициалы, фамилия)

## 1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

### 1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.02 «Задачи экспериментальной аэроакустики» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

– способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ОПК-3);

– способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной акустики (ПК-3).

### 1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4, 5 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия и самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций знать, уметь, владеть, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине  
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>З.1</b> знать назначение и возможности специально разработанных для акустических и газодинамических исследований инструментальных и программных средств	С	ТВ		
<b>З.2</b> знать существующие методы экспериментальных исследований для задач аэроакустики			С	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> уметь разрабатывать схемы эксперимента для необходимого вида аэроакустического исследования	С	ОТЗ		
<b>У.2</b> уметь работать в программах измерения акустических и газодинамических параметров исследуемых процессов			С	ОТЗ

<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> владеть методами и средствами экспериментальных исследований в области аэроакустики	С	ОТЗ		
<b>В.2</b> владеть навыками обработки экспериментальных данных с использованием специально разработанных для акустических и газодинамических исследований инструментальных и программных средств			С	ОТЗ

*С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.*

*Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.*

*Творческое задание – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) являются зачеты (4, 5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

### **2.1 Текущий контроль**

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### **• Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
<i>Незачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

## 2.2 Зачет

Допуск к зачету (4, 5 семестр) осуществляется по результатам текущего контроля. Зачет по дисциплине проводится в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

## Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

## Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

<b>Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций</b>	<b>Критерии оценивания компетенции</b>
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

### **3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

**4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**4.1 Типовые творческие задания:**

1. Определить импеданс образца однослойной звукопоглощающей конструкции на интерферометре с нормальным падением волн.
2. Провести измерения шума струи в направлениях 90, 60 и 30 градусов относительно оси сопла на расстоянии 2 м от предполагаемого источника шума.
3. Определить с помощью плоской микрофонной антенны положение источника в турбулентной струе, истекающей из конусного сопла калибром 40 мм для всех трехоктавных частот в диапазоне 100 ... 20000 Гц.

**4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:**

1. Основные этапы метода азимутальной декомпозиции шума турбулентной струи.
2. Основные этапы метода взаимных корреляций с базовым сигналом для определения азимутального модального состава звукового поля в цилиндрическом канале.
3. Математическая модель распространения звука в цилиндрическом канале.

**4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:**

1. Уровень шума струи в направлении 30 градусов относительно оси сопла на расстоянии 5 м составляет 60 дБ. Определить уровень шума на расстоянии 3 м от источника.
2. На частоте 1000 Гц давление в интерферометре с нормальным падением волн составляет  $-4.398-i*4.289$  Па на первом микрофоне и  $1.482+i*7.291$  Па на втором. Координаты первого и второго микрофона равны соответственно 0.0375 м и 0.0395 м. Определить импеданс образца ЗПК на указанной частоте.
3. Известны значения спектра шума турбулентной струи:

Частота, Гц	Давление, Па
800	0,004344
832	0,004408
864	0,004472
896	0,004342
928	0,004314
960	0,004326
992	0,004251
1024	0,004222

Определить спектральную плотность (дБ) в указанном диапазоне частот

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «РКТЭС».





**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)**

**Направление**  
**16.06.01** Физико-технические науки и технологии

**Программа**  
Тепловые, электроракетные двигатели и  
энергоустановки летательных аппаратов

**Кафедра**  
«Ракетно-космическая техника и  
энергетические системы»

**Дисциплина**  
«Задачи экспериментальной аэроакустики»

**БИЛЕТ № 1**

1. Математическая модель распространения звука в цилиндрическом канале (*контроль знаний*).
2. Сформировать программу испытаний в заглушенной камере шума турбулентной струи истекаемой из конусного сопла калибром 40 мм (*контроль умений*).
3. На частоте 1000 Гц давление в интерферометре с нормальным падением волн составляет  $-4,398 - i \cdot 4,289$  Па на первом микрофоне и  $1,482 + i \cdot 7,291$  Па на втором. Координаты первого и второго микрофона равны соответственно 0.0375 м и 0.0395 м. Определить импеданс образца ЗПК на указанной частоте (*контроль умений и владений*).

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Бульбович Р.В.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Соколовский М.И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## Лист регистрации изменений

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		