

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**профессионального образования**  
**«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»**  
**(СГАУ)**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по науке и инновациям**

**Прокофьев А.Б.**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**  
**по научной специальности 01.04.06 «АКУСТИКА»**

Самара 2012

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 01.04.06. «Акустика» составлена на основе программ учебных дисциплин по основным образовательным программам высшего профессионального образования 01.04.06 «Акустика».

Составитель программы вступительного экзамена: доктор технических наук, профессор Крючков Александр Николаевич.

Программа вступительного экзамена утверждена на заседании кафедры автоматических систем энергетических установок,

протокол № 11 от 22 мая 2012г.

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор  Шахматов Е.В.

Программа вступительного экзамена по специальности  
01.04.06 («Акустика»)

Содержание программы

В основу вступительной программы аспирантов по специальности 01.04.06 – «Акустика » положены курсы, читаемые на механических, механико-математических, радиофизических и физико-математических факультетах университетов (общая акустика, акустика газовых потоков, аэроакустика, авиационная акустика, экспериментальная акустика).

**1. Основные акустические понятия и величины.** Уравнения линейной акустики идеальной среды. Плоская волна - однородная и неоднородная. Излучение плоских волн. Поглощение и дисперсия звука. Отражение и преломление звука в жидких средах. Отражение и преломление плоских волн на плоской границе двух жидких и непоглощающих сред. Полное внутреннее отражение на плоской границе двух сред. Прохождение плоской волны через плоский жидкий слой.

**2. Изучение теоретических основ моделирования акустических процессов.** Теоретические основы генерации и распространения акустических волн. Физические модели элементарных источников шума и интенсивности их излучения. Применение методов подобия и размерности при моделировании акустических процессов. Основные уравнения звукового поля в жидкости, плоские сферические и цилиндрические волны. Интенсивность, мощность и энергия звуковой волны. Лучевая акустика. Рефракция лучей Затухание и поглощение звука в жидкой среде, граничные условия, отражение и преломление волн. Волноводное распространение звука. Лучевая трактовка, Нормальные волны. Волновод в непрерывно слоистой среде. Реверберация.



**3. Звуковые волны в движущейся и неоднородной среде. Геометрическая акустика.** Уравнения акустики движущихся сред. Рефракция лучей в неоднородной среде. Распространение звука в слоистой атмосфере.

**4. Механизмы генерации аэроакустического шума при внутренних течениях и внешнем обтекании поверхностей твердых тел.** Возбуждение акустических колебаний струями и потоками. Модели элементарных источников шума и интенсивности их излучения. Генерация шума при дозвуковых течениях газа и его математическое описание. Генерация шума при сверхзвуковых течениях газа и сверхзвуковых движениях твердых тел. Ударные волны.

**5. Классификация методов снижения шума.** Обоснование и выбор пассивных методов снижения шума. Звукоизоляция и звукопоглощение. Физическая сущность звукоизоляции и звукопоглощения. Классификация видов звукоизолирующих ограждений и конструкций звукоизоляции. Влияние на звукоизоляцию отверстий и щелей. Виды и типы звукопоглощающих конструкций. Улучшение изоляции воздушного шума. Расчет звукопоглощения. Глушители шума. Классификация глушителей шума. Расчет глушителей. Применение глушителей выпуска ДВС для снижения шума.

**6. Измерение параметров и структуры акустических полей.** Пьезоэлектрические преобразователи звукового давления. Магнитострикционные преобразователи. Приемники колебательной скорости. Параметры и характеристики акустических измерительных систем. Основы теории обнаружения сигналов. Случайные процессы и их характеристики. Теорема Котельникова. Пространственно-временная обработка сигналов.

**7. Принципы компьютерного моделирования задач акустики.** Виды и классификация компьютерного моделирования. Методы численного интегрирования и дифференцирования. Метод конечных разностей. Метод взвешенных невязок. Метод конечных элементов. Конечно-разностная аппроксимация волнового уравнения. Конечно-элементная аппроксимация волнового уравнения. Моделирование колебаний связанных осцилляторов. Моделирование автоволновых процессов. Моделирование распространения волны.

**8. Основы нелинейной акустики газов и жидкостей.** Плоская волна конечной амплитуды в газах и жидкостях в отсутствии диссипации. Нелинейная плоская волна в газах и жидкостях в среде с диссипацией. Сферические и цилиндрические нелинейные волны. Экспериментальные методы исследования нелинейных волн в газах и жидкостях. Взаимодействие нелинейных акустических волн. Параметрические антенны. Взаимодействие нелинейных волн. Стоячие нелинейные волны и резонаторы. Параметрические процессы в нелинейных волнах. Параметрическая излучающая и приемная антенны. Статистические явления при распространении нелинейных акустических волн. Поглощение звука шумом. Акустическая турбулентность.

**9. Радиационное давление. Акустические течения.** Общие сведения об радиационном давлении. Радиационная сила давления звука на взвешенные сферические частицы. Взаимодействие частиц в звуковом поле. Акустические течения.

**10. Акустическая кавитация. Турбулентность и звук.** Динамика одиночных газового и парового пузырьков в акустическом поле. Динамика захлопывания пузырьков в жидкости. Кавитационная область и пороги



кавитации. Общие сведения о взаимодействии турбулентности и звука. Задача о рассеянии звука на турбулентности.

**11. Источники акустического шума в гидравлических и пневматических машинах, пневмо – и гидросистемах.** Возбуждение акустических колебаний вибрирующими поверхностями, струями и потоками с пульсирующим расходом и давлением, турбулентными струями, сверхзвуковыми течениями. Модели элементарных источников шума и интенсивности их излучения. Регистрация акустического излучения в гидропневмосистемах и анализ его характеристик. Математические методы обработки и анализа акустических сигналов. Применение измерительно-вычислительных комплексов и специализированного программного обеспечения.

**12. Снижение шума, пульсации давления и вибрации в гидравлических и пневматических машинах, системах гидропневмоавтоматики.** Влияние шума, пульсации давления и вибрации на работоспособность и надежность гидропневмосистем, окружающую среду и условия труда. Основные направления и методы снижения шума, пульсации давления и вибрацию. Основные пути уменьшения интенсивности источников волн и колебаний в гидропневмосистемах. Методы и средства поглощения шума на выхлопе и в проточной части гидропневмосистем. Классификация гасителей шума воздушных и газовых выхлопных струй. Принцип действия и конструкция абсорбционных и реактивных гасителей шума, их характеристики. Принцип действия и конструкция комбинированных и активных гасителей шума. Гасители шума ударных акустических волн. Гасители шума струй и потоков с большим расходом газа и воздуха. Сравнительные характеристики гасителей шума различных типов, рекомендации по их выбору. .Гашение шума и пульсации давления в проточной части гидропневмосистем. Физические основы, классификация и устройство различных типов гасителей колебаний.

Звукоизоляция и виброизоляция источников шума и вибрации. Физические основы работы, классификация и устройство различных средств звукоизоляции и виброизоляции. Индивидуальные средства защиты человека от шума. Допустимые уровни шума в помещениях различного назначения.

### **13. Акустическая и вибрационная диагностика пневмо – и гидросистем.**

Диагностика состояния агрегатов по роторной вибрации и шуму. Причины вибрации с частотой вращения ротора агрегата. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность ротора. Виброакустическая диагностика подшипниковых узлов агрегатов. Диагностические признаки различных дефектов подшипников качения. Диагностирование состояния подшипников скольжения. Акустическая диагностика утечек рабочей среды в пневмо – и гидросистемах. Корреляционный метод обнаружения утечек из трубопровода. Виброакустическая диагностика кавитации. Акустическая эмиссия и её применение для диагностики пневмо – и гидросистем. Физическая природа акустической эмиссии. Аппаратура для регистрации сигналов акустической эмиссии и их характеристики. Практические применения методов АЭ.

**14. Виброметрические измерения.** Типы измерительных устройств и датчиков для измерения динамических процессов. Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний. Спектральный анализ виброграмм.

#### Примечание.

От поступающего требуется:

- 1) знание основных этапов истории теории акустики и ее технических приложений, а также вклада отечественных ученых в ее развитие;
- 2) умение решать задачи по основам общей и экспериментальной акустики;
- 3) знание современной компьютерной техники и программного обеспечения.



## Основная литература

1. Иголкин, Александр Алексеевич. Виброакустические измерения в объектах авиационной и космической техники [Электронный ресурс] : на базе разраб. Ин-та акустики машин : интерактив. лаб. практикум / А. А. Иголкин, М. С. Гаспаров, Л. В. Родионов ; Федер. агентство по образованию, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева, Нац. исслед. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Самара, 2009. - 1 эл. опт. диск (CD-RW). - (Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева" на 2009-2018 годы) Экземпляры: всего:1
2. Лазерная виброакустическая диагностика дефектов многослойных конструкций : [учеб. пособие / В. И. Мордасов и др.] ; Федер. агентство по образованию, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева. - Самара: Изд-во СГАУ, 2008. - 77 с Экземпляры: всего:20
3. Гидродинамика и виброакустика комбинированных насосных агрегатов [Электронный ресурс] : электрон. учеб. / М. С. Гаспаров [и др.] ; Федер. агентство по образованию, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева, Нац. исслед. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Самара, 2009. - 1 эл. опт. диск (CD-RW). - (Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева" на 2009-2018 годы) Экземпляры: всего:1
4. Акустико-эмиссионный контроль авиационных конструкций / [А. Н. Серьезнов [и др.] ; под ред. Л. Н. Степановой, А. Н. Серьезнова. - М. : Машиностроение : Машиностроение - Полет, 2008. - 439 с. (Шифр - 676482) Экземпляры: всего:1



### Дополнительная литература

1. Борьба с шумом стационарных энергетических машин/ Ф. Е. Григорян, Е. И. Михайлов, Г. А. Ханин, Ю. П. Щевьев. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд – ние, 1983. – 160 с.
2. «Борьба с шумом на производстве. Справочник» под редакцией Е.Я. Юдина, Москва, «Машиностроение», 1985 г.
3. Терехов А.Л. Борьба с шумом на компрессорных станциях. – Л.: Недра, 1985. – 182 с. (Библиотека эксплуатационника магистрального газопровода)
4. Лагунов Л. Ф., Осипов Г. Л. Борьба с шумом в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1980. – 150с.
5. Смольяков А.В. Шум турбулентных потоков: Монография / ЦНИИ им. Акад. А.Н. Крылова. СПб, 2005. – 312 с.
6. Боголепов И. И. Промышленная звукоизоляция. – Л.: Судостроение, 1986. – 368 с.
7. Борьба с шумом стационарных энергетических машин/ Ф. Е. Григорян, Е. И. Михайлов, Г. А. Ханин, Ю. П. Щевьев. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд – ние, 1983. – 160 с.
8. «Борьба с шумом на производстве. Справочник» под редакцией Е.Я. Юдина, Москва, «Машиностроение», 1985 г.