



«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор —  
проректор по научной работе  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
\_\_\_\_\_ В.Н. Зимин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Регистрационный номер

**Программа учебной дисциплины**

**Защита от шума и вибрации в промышленности**

Программа учебной дисциплины составлена в соответствии с основной образовательной программой послевузовского профессионального образования МГТУ им. Н.Э. Баумана для аспирантов, обучающихся по специальности:

Наименование специальности	Шифр специальности
Пожарная и промышленная безопасность (в машиностроении)	05.26.03

Обсуждено на заседании кафедры Э9 «__» _____ 2014 г. Протокол № _____ Зав. кафедрой _____ А.А. Александров	Автор программы:  Д.т.н. профессор _____ А.И. Комкин
---	--

## 1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины состоит в формировании у аспирантов знаний, умений и навыков для работ связанных с проектированием средств защиты от шума и звуковой вибрации, включающих в себя:

- оценку воздействия шума, инфразвука и вибрации в промышленности;
- проведение акустических расчетов;
- разработку мероприятий и выбор способов защиты от воздействия этих негативных факторов в промышленности.

1.2. Задачами преподавания дисциплины являются:

- изучение расчетных и экспериментальных методов оценки шума, создаваемого инженерно-техническим и технологическим оборудованием в промышленности;
- овладение навыками выбора мероприятий и средств защиты от шума, инфразвука и звуковой вибрации в промышленности в целях достижения нормативных требований;
- изучение аналитических и численных методов моделирования и расчета средств защиты от шума в промышленности;
- овладение расчетными и экспериментальными методами определения акустической эффективности средств защиты и их оптимизация с использованием вычислительной техники.

1.3. Компетенции, приобретаемые аспирантами в результате изучения дисциплины:

1.3.1. Универсальные компетенции (УК):

- УК-1 - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
- УК-5 - способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;
- УК-6 - способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

1.3.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- ОПК-1 - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере и по проблемам обеспечения экологической и промышленной безопасности, мониторинга и контроля среды обитания человека
- ОПК-4 - готовность организовать работу исследовательского коллектива в сфере обеспечения экологической и промышленной безопасности, безопасности труда, защиты в чрезвычайных ситуациях, по проблемам прогнозирования рисков и новых технологий мониторинга техногенных опасностей
- ОПК-5 - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

1.3.3. Профессиональных компетенции (ПК):

- ПК-1 - готовностью применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития в области пожарной и промышленной безопасности в машиностроении;
- ПК-3 - умением проводить разработку и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества функционирования объектов профессиональной деятельности;
- ПК-4 - способностью выбирать и преобразовывать математические модели явлений, процессов и систем в области профессиональной деятельности с целью их исследования и реализации средствами вычислительной техники.
- ПК-5 - способностью разрабатывать математические модели, методы, применять компьютерные технологии и системы поддержки принятия решений в научных исследованиях, проектно-конструкторской деятельности, управлении технологическими, экономическими, социальными системами и в гуманитарных областях деятельности человека.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной программы послевузовского профессионального образования:

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и знаниями специалиста или магистра по профильному направлению подготовки.

Рассматриваемая дисциплина тесно связана со следующими разделами дисциплин учебных планов специалиста или магистра профильного направления подготовки:

- Математический анализ (теория функций комплексного переменного, векторное и матричное исчисление);
- Физика (механика, теплофизика, волновые процессы).

Освоение данной дисциплины аспирантом призвано помочь ему в приобретении знаний и навыков, необходимых для выполнения НИР и диссертационной работы, подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальности.

### 3. Структура и содержание дисциплины

Модули	Трудоемкость в зачетных ед.	Часы общ./ауд.	Контрольные мероприятия
Модуль 1	3,5	126/36	Аналитическая справка/тезисы доклада
Модуль 2	3,5	126/36	Аналитическая справка/тезисы доклада

#### 3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в часах по семестрам			
	Всего	Семестр 3	Семестр 4	
Лекции	-	-	-	
Семинары	36	18	18	
Лабораторные работы	-	-	-	
Другие виды ауд. занятий (защиты рефератов и др.)	36	18	18	
Самостоятельная работа	180	90	90	

Итого в часах	<b>252</b>	<b>126</b>	<b>126</b>		
Итого в зачетных единицах *):	<b>7</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>		
Проверка знаний:	<b>Зачет</b>		<b>зачет</b>		

**Модуль 1.** Задачи акустического расчета. Распространение звука в замкнутом помещении и на открытых пространствах. Прямой и отраженный звук. Звукопоглощение в помещении. Диффузное звуковое поле Стандартное время реверберации. Вычисление уровней звукового давления в помещении при наличии прямого и отраженного звука. Звукоизоляция на производственных территориях. Расчет требуемого снижения шума в расчетных точках. Выбор мероприятий по снижению шума в помещениях и на территориях промышленных предприятий. Требования к защите от шума при проектировании машин и технологических процессов в производственных помещениях. Требования к шумовым характеристикам источников шума. Методы их определения. Методы и средства борьбы с шумом.

Активные методы гашения вибрации и шума. Системы активного гашения вибрации и шума, их устройство и характеристики.

**Модуль 2.** Типы глушителей и их акустические характеристики. Определение необходимой величины снижения шума глушителем. Метод расчетного проектирования глушителей. Акустический расчет глушителей. Вычисление акустических характеристик типовых элементов глушителя. Рекомендации по синтезу глушителей с заданной характеристикой заглушения и приемлемым гидравлическим сопротивлением

Вибронагруженность технологического оборудования и энергетических установок и защита от вибрации на промышленных предприятиях.

### 3.2. Практические занятия (семинары, упражнения и т.п.)

#### Модуль 1. Расчеты шума в промышленности

Темы занятий:

1. Задачи акустического расчета. Распространение звука в замкнутом помещении. Звукопоглощение в помещении. Диффузное звуковое поле. Время реверберации.. - 2 часа;
2. Вычисление уровней звукового давления в помещении при наличии прямого и отраженного звука.. - 4 часа;
3. Составление карт шумности в производственных помещениях с помощью специального программного обеспечения - 4 часа;
4. Расчет требуемого снижения шума в расчетных точках помещения, требования к шумовым характеристикам источников шума. – 2 часа;
5. Выбор мероприятий по снижению шума на производстве и оценка их эффективности – 2 часа;
6. Измерение и анализ шума и вибрации. - 4 часа.

Рекомендуемая литература [1,3, 4, 6-10]

Трудоемкость: 18 часов.

Максимальный балл: 20.

Минимальный балл: 15.

Сроки проведения: с 11-й по 14-й неделе 3-го семестра.

Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений.

#### Модуль 2. Глушители шума

Темы занятий:

1. Оценка акустической эффективности глушителей шума - 2 часа;
2. Акустический расчет глушителей шума методом передаточных матриц- 4 часа;
3. Акустические характеристики типовых элементов глушителей шума - 2 часа;

документ из 9 страниц

4. Основы конечно-элементного моделирования глушителей шума – 4 часа;
5. Акустический расчет глушителей шума методом конечных элементов - 2 часа;
6. Основы синтеза глушителей шума с требуемыми характеристиками - 4 часа.

Рекомендуемая литература [1,3, 5-8, 10]

Трудоемкость: 18 часов.

Максимальный балл: 20.

Минимальный балл: 15.

Сроки проведения: с 1-й по 4-й неделе 4-го семестра.

Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений.

### 3.3. Другие виды аудиторных занятий

Публичная защита рефератов по темам:

«Активные методы компенсации вибрации и шума. Анализ методов компенсации»;

«Системы компенсации, устройство и характеристики».

Рекомендуемая литература [3, 12].

Трудоемкость: 18 часов, в том числе консультации - 2 часа.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Форма сдачи: публичная защита при участии научного руководителя.

Сроки проведения: 13-14-ая неделя 3-го семестра.

Публичная защита рефератов по темам:

"Вибронагруженность технологического оборудования и энергетических установок»;

«Защита от вибрации на производстве».

Рекомендуемая литература [4, 7, 10, 11].

Трудоемкость: 18 часов, в том числе консультации - 2 часа.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 8.

Форма сдачи: публичная защита при участии научного руководителя.

Сроки проведения: 3 - 4-ая неделя 4-го семестра.

### 3.3. Самостоятельная работа (в том числе под контролем преподавателя)

#### 3.3.1 Самостоятельная проработка материала

##### Модуль 1.

«Активные методы гашения вибрации и шума»;

«Системы активного гашения вибрации и шума, их устройство и характеристики».

Рекомендуемая литература [3, 12].

Трудоемкость: 90 часов, в том числе консультации - 8 часа.

Максимальный балл: 20.

Минимальный балл: 10.

Сроки проведения: 11-14-ая неделя 3-го семестра.

Форма отчетности: рефераты по разделам тем.

##### Модуль 2.

"Вибронагруженность технологического оборудования и энергетических установок»;

«Защита от вибрации на производстве».

Рекомендуемая литература [4, 7, 10, 11].

Трудоемкость: 90 часов, в том числе консультации - 4 часа.

Максимальный балл: 20.

Минимальный балл: 10.

Сроки проведения: 1 - 4-ая неделя 4-го семестра.

Форма отчетности: рефераты по разделам тем.

### **3.4. Самостоятельная работа (в том числе под контролем преподавателя на консультациях)**

#### **3.4.1. Самостоятельная проработка материала**

##### **Модуль 1.**

«Активные методы гашения вибрации и шума»;

«Системы активного гашения вибрации и шума, их устройство и характеристики».

Рекомендуемая литература [3, 12].

Трудоемкость: 90 часов, в том числе консультации - 8 часа.

Максимальный балл: 20.

Минимальный балл: 10.

Сроки проведения: 11-13-ая неделя 3-го семестра.

Форма отчетности: рефераты по разделам тем.

##### **Модуль 2.**

"Вибронагруженность технологического оборудования и энергетических установок»;

«Защита от вибрации на производстве».

Рекомендуемая литература [4, 7, 10, 11].

Трудоемкость: 90 часов, в том числе консультации - 4 часа.

Максимальный балл: 20.

Минимальный балл: 10.

Сроки проведения: 1-3-ая неделя 4-го семестра.

Форма отчетности: рефераты по разделам тем.

### **4. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины аспиранты имеют возможность использовать ниже следующие формы получения и закрепления знаний, а также приобретения опыта их представления:

-методы компьютерного моделирования процессов образования, излучения, распространения звука, средств защиты от негативного воздействия шума с помощью расчетных программ, имеющихся на кафедре.

-методы натурального моделирования акустических процессов с использованием имеющегося в специализированной лаборатории кафедры оборудования;

-презентации рефератов и выступления с докладами на научно-технических семинарах и конференциях.

Возможно участие аспирантов в проведении научных исследований в профильных организациях.

### **5. Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями программы.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

-Работа с конспектами лекций;

- Написание рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- Текущий мониторинг технической литературы и периодических изданий в области изучаемой с учетом по направления диссертационной работы;
- Изучение обязательной и дополнительной литературы.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра. При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- контрольные вопросы при проведении аудиторных занятий;
- обсуждение и итоговая (устная) оценка докладов на научно-технических семинарах;
- оценка рефератов.

### Примеры контрольных вопросов по разделам дисциплины.

Разделы	Контрольные вопросы
Введение. Основные характеристики звукового поля.	Современное состояние проблемы. Характеристики поля. Спектры шума. Звуковая мощность, интенсивность, плотность акустической энергии, уровни величин.
Распространение звука в замкнутом помещении	Прямой и отраженный звук в производственных помещениях. Снижение шума в расчетных точках в помещении.
Распространение звука в открытом пространстве	Поглощение звука в воздухе. Влияние ветра, температуры и влажности на распространение звука. Затухание звука при его распространении над земной поверхностью. Влияние растительности, лесонасаждений на затухание звука.
Защита от шума в источнике	Характеристики источников шума в помещении. Создание малошумных машин и оборудования.
Защита от шума на пути его распространения	Экраны в производственных помещениях. Звукопоглощение. Акустическая обработка помещений. Звукоизоляция..
Акустически фильтры; глушители шума.	Способ компоновки глушителей шума из типовых элементов. Расчет их акустической эффективности.
Метод расчетного проектирования глушителей. Акустический расчет глушителей.	Вычисление акустических характеристик типовых элементов глушителя. Рекомендации по синтезу глушителей с заданной характеристикой заглушения и приемлемым гидравлическим сопротивлением.
Снижение вибрации машин и оборудования в производственных помещениях	Виброизоляция стационарного производственного оборудования. Виброзащита от локальной вибрации

## **6. Методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная учебная литература**

1. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник для вузов / Иванов Н.И. – Логос, 2010. – 422с.
2. Шубин И.Л., Цукерников И.Е., Николов Н.Д., Писарски А.М. Основы проектирования транспортных шумозащитных экранов. М.: ИД «БАСТЕТ», 2015г. – 208 с.
3. Шевьев Ю.П., Осташевский Е.Н. Средства акустической обработки помещений. - СПб, Типография «Береста», 2010. - 328 с.

### **6.2. Дополнительная учебная литература**

4. Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических материалов. - СПб.: Компания «Интеграл», 2008, Т.1 – 822 с., Т.2 - 821 с.
5. Крендалл И.Б. Акустика.- М.: КомКнига, 2007.- 168 с.
6. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. Пер. с нем. - М.: Техносфера, 2005. -536 с.
7. Звукоизоляция и звукопоглощение / Под ред. Г.Л. Осипова и В.Н. Бобылева. – М.: Изд-во АСТ-Астрель, 2004. – 450 с.
8. Защита от шума в градостроительстве. Справочник проектировщика / Г. Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин и др. /Под ред. Г.Л. Осипова. М.: Стройиздат, 1993.- 96 с.
9. Аэрогидромеханический шум в технике. /Под ред. Р.Хиклинга. М.: Мир, 1980.- 336 с.
10. Справочник по технической акустики: Пер. с нем./ Под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера. - Л.: Судостроение, 1980. -440 с.
11. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование. Справочник. /Под ред. С.В.Белова.- М.: Машиностроение, 1989- 368 с.
12. Техническая акустика транспортных машин: Справочник / Под. ред. Н.И. Иванова.- СПб.: Политехника, 1992.- 365 с.
13. Шум на транспорте / Под ред. В.Е. Тольского, Г.В. Бутакова, Б.Н. Мельникова.- М.: Транспорт, 1995.
14. Изак Г.Д. Акустика для начинающих. - СПб. Знание, 2014, 138 с.

### **6.3. Кафедральные издания и методические материалы**

15. Комкин А.И., Ксенофонтов Б.С., Спиридонов В.С. Расчет и проектирование систем защиты окружающей среды. Часть 1. Теоретические основы. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.- 97с.

### **6.4. Периодические издания**

16. Комкин А.И., Миронов М.А. Проблемы расчета резонатора Гельмгольца. Материалы международной акустической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.Я. Юдина. – М.: МГТУ им. Баумана, 2014. – С. 202-209.
17. Komkin A.I., Tupov V.V. On The Evaluation of Automotive Exhaust Mufflers. Proceedings of the Second International Symposium. St-Petersburg, 1994.
18. Комкин А.И., Тупов В.В. К расчету акустических характеристик глушителей шума. Вестник МГТУ "Машиностроение", №3,1994. С 118-124.



Автор программы:

\_\_\_\_\_ А.И. Комкин

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Заведующий кафедрой "Экология и промышленная безопасность" (Э-9)

\_\_\_\_\_ А.А. Александров

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Ответственный за подготовку направления 20.06.01

\_\_\_\_\_ В.А. Девисилов

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Начальник управления докторантуры и аспирантуры

\_\_\_\_\_ И.Б. Шавырин

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.