

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ВИБРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ»**

Кафедра авиационных двигателей ПНИПУ, аэрокосмический факультет.  
Преподаватели: д.т.н., профессор М.А. Нихамкин,  
к.т.н., доцент Воронов Л.В.

Дисциплина «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин магистерской программы «Проектирование и конструкция газотурбинных двигателей наземного применения» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов» технических вузов.

Дисциплина изучается в 10-м семестре на V курсе.

Общий объем часов: 180 часов (5 ЗЕТ),

из них: 16 – лекции,

34 – лабораторные занятия,

90 – самостоятельная работа студентов,

4 – контроль самостоятельной работы,

36 – экзамен.

**Цель дисциплины:** Формирование профессиональных компетенций, связанных с исследованиями и разработкой конструктивных мероприятий, направленных на предотвращение опасных вибраций двигателей, их узлов и элементов, обеспечение их надежности.

#### **Задачи дисциплины:**

- Изучение общих сведений из теории механических колебаний;
- Изучение расчетных и экспериментальных методов модального анализа применительно к определению модальных характеристик элементов и узлов газотурбинных двигателей;
- Изучение методов исследования, разработки и обоснования мероприятий по предотвращению колебаний роторов.

**Предметом освоения дисциплины** являются следующие объекты:

- газотурбинные двигатели для наземных энергетических установок различных типов и схем, их узлы и детали;
- методология предотвращения опасных вибраций двигателей;
- методы расчетного и экспериментального определения

вибрационных характеристик элементов и узлов газотурбинных двигателей;

- особенности вибраций роторов газотурбинных двигателей различных схем;

- перспективные методы исследования вибраций газотурбинных двигателей, их элементов и узлов.

### **Структура дисциплины:**

**Модуль 1.** Лекции – 6 час., лабораторные занятия - 0 час., СРС – 26 час.

Тема 1. Колебания системы с одной степенью свободы.

Тема 2. Демпфирование колебаний.

Тема 3. Спектры колебательных процессов.

**Модуль 2.** Лекции – 6 час., лабораторные занятия - 18 час., СРС – 32 час., КСР-2 час.

Тема 4. Расчетный модальный анализ.

Тема 5. Экспериментальный модальный анализ.

**Модуль 3.** Лекции – 4 час, лабораторные занятия - 16 час, СРС – 32 час., КСР-2 час.

Тема 6. Колебания роторов.4

### **Формы контроля:**

Текущий контроль качества процесса обучения:

тестирование,

защита отчетов по лабораторным работам,

самоконтроль студентов

Итоговый контроль - экзамен

**Форма организации** процесса обучения – очная.

**Основная технология обучения** – все виды занятий проводятся с использованием мультимедийной техники, элементов технологий проблемного, информационного и блочно-модульного обучения.

**Для успешного усвоения** дисциплины необходимо использовать следующую литературу:

1.Нихамкин М.А. Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях. Конспект лекций. Пермь, ПНИПУ, 2011, 106 с.

2.Воронов Л.В. Лабораторный практикум по дисциплине

«Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях». Пермь, ПНИПУ, 2011, 45с.

3.Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М., Мир, 1975. 542с.

4.Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. М., Машиностроение, 2008, 192 с.

5.Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. М., Машиностроение, 1985, 472 с.

6.Вибрации в технике, т.1. Под ред. Болотина В.В. М.,Машиностроение, 1978, 352 с.

7.Вибрации в технике, т.3. Под ред. Димтенберга Ф.М. М.,Машиностроение, 1980

8.Вибрации в технике, т.6. Под ред. Фролова К.В. М.,Машиностроение, 1981, 456 с.

9.Новиков Д.К. Проектирование гидродинамических демпферов опор роторов двигателей летательных аппаратов. Самара, Издательство Самарского научного центра РАН, 2000, 164 с.

10.Хиллен В., Ламменс С., Сас П. Модальный анализ: теория и испытания. М.Новатест, 2010, 318 с.