

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

**Пермский национальный исследовательский политехнический
университет**

*160700.68 Двигатели летательных аппаратов
Аэрокосмический факультет, кафедра «Авиационные двигатели»*

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
доктор техн. наук

Лобов Н.В.

(подпись)

(инициалы, фамилия)

« ____ » _____ 201_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях**

(Наименование дисциплины по учебному плану)

**Профиль подготовки бакалавра/магистра,
Специализация специалиста**

**Проектирование и конструкция газотурбинных
двигателей наземного применения**

(Профиль (специализация) подготовки)

Выпускающая кафедра

Авиационные двигатели

(Наименование кафедры)

Квалификация (степень) выпускника

магистр

(бакалавр/магистр/ специалист)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная и др.)

Курс: 6

Семестр(ы): 11

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану (РУП):

5

Часов по рабочему учебному плану (РУП):

180

Виды контроля:

Экзамен: **11 сем.** Зачет: -

Курсовой проект: -

Курсовая работа: -

Пермь 2012г.

Рабочая программа дисциплины «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях» разработана на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации № 21 от 14 января 2010г. номер Государственной регистрации «_____» по направлению подготовки 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов»;

- Рабочего учебного плана очной формы обучения (набора 201_ года), утвержденного «___» _____ 201_ г.

Рабочая программа согласована:

- с рабочими программами дисциплин, участвующих в формировании компетенций и их составляющих, приобретение которых является целью данной дисциплины:

«Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения»

«Теория, расчёт и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения»

«Камеры сгорания газотурбинных двигателей и эмиссия вредных веществ»

«Технология изготовления деталей и сборка газотурбинных двигателей наземного применения»

«Научно-исследовательская практика»

«Научно-исследовательская работа в семестре»

Разработчик

к.т.н., доцент
(ученая степень, звание)

Воронов Л.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

д.т.н., профессор
(ученая степень, звание)

Нихамкин М.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рецензент

(ученая степень, звание)

Матюнин В.П.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Авиационные двигатели» _____ «___» _____ 201_ г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой

ведущей дисциплину

д.т.н., профессор
(ученая степень, звание)

Иноземцев А.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией

Аэрокосмического факультета «___» _____ 201_ г., протокол № _____.

Председатель методической комиссии

Аэрокосмического факультета

(наименование факультета)

(ученая степень, звание)

Матюнин В.П.
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Заведующий выпускающей

кафедрой «Авиационные двигатели»

А.А.

(наименование кафедры)

д.т.н., профессор

(ученая степень, звание)

Иноземцев

(подпись) (Ф.И.О.)

-

Начальник учебно-методического
управления

к.т.н., доцент
(ученая степень, звание)

Данилов А.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

1. Цели и задачи освоения дисциплины, предмет изучения и место дисциплины в структуре профессиональной подготовки

1.1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель дисциплины:

формирование профессиональных компетенций, связанных анализом, исследованием и разработкой конструктивных мероприятий направленных на предотвращение опасных вибраций в газотурбинных двигателях и обеспечение их надежности.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции профиля подготовки:

— способен формулировать направления поиска решения ~~решать~~ задачи обеспечения повышенных ресурса и надёжности деталей, узлов и систем газотурбинных двигателей наземного применения (ПК-37);

- способен выявлять принципиальные процессы ~~факторы~~, определяющие ресурс и надёжность газотурбинных двигателей их узлов в условиях наземной эксплуатации (ПК-38);

- способен предотвращать опасные вибрации газотурбинных двигателей ~~и~~ элементов на стадиях проектирования, производства ~~эксплуатации~~; проводить расчётные и экспериментальные исследования вибрационных процессов (ПК-40);

– способен готовить, проводить ~~с~~ газотурбинными двигателями наземного применения, их узлами и деталями эксперименты лабораторного (научно-исследовательского) характера ~~с~~ применением современных средств измерения и систем автоматизированного управления, обрабатывать результаты измерений и осуществлять их завершённый научный инженерный анализ (ПК-41).

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 вибраций роторов

1.2. Предмет освоения дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Газотурбинные двигатели различных типов и схем, их узлы и детали;
- Процессы колебаний элементов газотурбинных двигателей;
- Методы анализа вибраций элементов газотурбинных двигателей;
- Методология предотвращения опасных вибраций двигателей;
- Методы расчетного и экспериментального определения вибрационных характеристик элементов и узлов газотурбинных двигателей;

- Перспективные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований вибрационных процессов в ГТД.

1.3. Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях» относится к вариативной части профессионального цикла и является одной из основных в программе подготовки магистра «Проектирование и конструкция газотурбинных двигателей наземного применения». Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных в результате изучения дисциплин программы подготовки бакалавра: «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Теория расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Теория и расчет лопаточных машин», «Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Технология производства авиационных и ракетных двигателей», «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Физика», «Теоретическая механика». В результате освоения предшествующих дисциплин студент должен знать: основы теории газотурбинных двигателей, основные принципы конструирования элементов машин и узлов двигателей, области применения конструкционных материалов и их основные характеристики, физические основы колебаний, основные методики оценки работоспособности элементов конструкций ГТД, основы технологии производства элементов ГТД, правила выполнения конструкторской документации.

Освоение данной дисциплины является необходимым для последующего изучения дисциплины магистерской программы «Ресурсное проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» и для выполнения научно-исследовательской работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты освоения:

Знать:	
теорию вибрационных процессов в ГТД	ПК.ПП.НИ-1 (ПК-37) ПК.ПП.ПК-1 (ПК-38)
конструкторские решения, направленные на предотвращение опасных вибраций ГТД	ПК.ПП.ПК-3 (ПК-40)
методы исследования вибрационных процессов в ГТД	ПК.ПП.ЛИ-1 (ПК-41)
Уметь:	
формулировать задачи научных исследований, направленных на обеспечения вибрационной прочности ГТД	ПК.ПП.НИ-1 (ПК-37)
анализировать влияние вибраций на ресурс и надежность элементов и узлов ГТД	ПК.ПП.ПК-1 (ПК-38)
определять, обосновывать и реализовывать конструктивные мероприятия, направленные на	ПК.ПП.ПК-3 (ПК-40)

предотвращение опасных вибраций ГТД	
проводить эксперименты по анализу параметров вибраций элементов ГТД и обработку результатов	ПК.ПП.ЛИ-1 (ПК-41)
Владеть:	
перспективными методиками анализа и методами экспериментальных исследований вибрационных процессов в ГТД	ПК.ПП.НИ-1 (ПК-37) ПК.ПП.ПК-1 (ПК-38) ПК.ПП.ЛИ-1 (ПК-41)
методами устранения, предупреждения или компенсации технологических факторов, вызывающих вибрации ГТД; перспективными методами предотвращения опасных вибраций ГТД; расчётными и экспериментальными методами исследования вибрационных процессов	ПК.ПП.ПК-3 (ПК-40)

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенции, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

Индекс	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Профессиональные компетенции</i>			
ПК.ПП.НИ-1 (ПК-37)	Формулировать направления поиска решения и решать задачи обеспечения повышенных ресурса и надёжности деталей, узлов и систем газотурбинных двигателей наземного применения	«Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» «Теория, расчёт и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» «Камеры сгорания газотурбинных двигателей и эмиссия вредных веществ» «Научно-исследовательская практика»	«Научно-исследовательская работа в семестре»
ПК.ПП.ПК-1 (ПК-38)	Выявлять принципиальные процессы и факторы, определяющие ресурс и надёжность газотурбинных двигателей и их узлов в условиях наземной эксплуатации	«Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» «Теория, расчёт и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» «Камеры сгорания газотурбинных двигателей и эмиссия вредных веществ» «Технология изготовления деталей и сборка газотурбинных двигателей наземного применения»	
ПК.ПП.ПК-3 (ПК-40)	Предотвращать опасные вибрации газотурбинных двигателей и их элементов на стадиях проектирования, производства и эксплуатации; проводить расчётные и экспериментальные исследования	«Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» «Технология изготовления деталей и сборка газотурбинных двигателей наземного применения» «Научно-исследовательская практика»	«Научно-исследовательская работа в семестре»

	<i>вибрационных процессов</i>		
ПК.ПП.ЛИ-1 (ПК-41)	<i>Готовить, проводить с газотурбинными двигателями наземного применения, их узлами и деталями эксперименты лабораторного (научно-исследовательского) характера с применением современных средств измерения и систем автоматизированного управления, обрабатывать результаты измерений и осуществлять их завершённый научный и инженерный анализ</i>	<i>«Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения» «Камеры сгорания газотурбинных двигателей и эмиссия вредных веществ» «Научно-исследовательская практика»</i>	<i>«Научно-исследовательская работа в семестре»</i>

2. Требования к результатам освоения дисциплины

2.1. Дисциплина участвует в формировании 4 компетенций из перечня компетенций выпускника, заданных следующими картами:

2.1.1. Карта компетенции

Индекс ПК.ПП.НИ-1 (ПК-37)	Формулировка: <i>Формулировать направления поиска решения и решать задачи обеспечения повышенных ресурса и надёжности деталей, узлов и систем газотурбинных двигателей наземного применения</i> Уровень освоения: <i>высокий</i>
--	--

Компонентный состав компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: – принципы функционирования, условия нагружения, газодинамические, энергетические и динамические процессы, факторы, определяющие ресурс надёжности ГТД наземного применения; – направления обеспечения ресурса и надёжности деталей ГТД наземного применения. Умеет: – обосновывать цели проекта ГТД наземного применения, их узлов и систем, критерии показателей достижения целей, выявлять приоритеты пути решения задач проектирования; – формулировать задачи научных исследований, направленных на обеспечение ресурса надёжности ГТД наземного применения, организовывать их решение; – подготавливать исходные данные и условия для решения задач обеспечения ресурса надёжности; – применять компьютерные	<i>Лекции</i> <i>Лабораторные работы</i> <i>Самостоятельная работа</i> <i>Лабораторные работы</i> <i>Самостоятельная работа</i> <i>Научно-исследовательская практика</i> <i>Выполнение ВКР</i>	<i>Тестирование</i> <i>Защита отчётов по лабораторным работам</i> <i>Контрольная работа</i> <i>Экзамен (зачёт)</i> <i>Государственный экзамен</i> <i>Защита отчётов по лабораторным работам</i> <i>Экзамен</i> <i>Государственный экзамен</i> <i>Защита ВКР</i>

технологии, специализированное программное обеспечение, средства САПР для поиска направлений и собственно решения задач ресурса и надёжности. Владеет: – методами научного анализа мероприятий, направленных на обеспечение ресурса надёжности ГТД наземного применения; – перспективными методами расчётных и экспериментальных исследований в области ресурса и надёжности ГТД наземного применения.	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа Научно-исследовательская практика Научно-исследовательская работа Выполнение ВКР	Защита отчётов по лабораторным работам и практическим занятиям Зачёт Защита ВКР
--	---	---

2.1.2. Карта компетенции:

Индекс ПК.ПП.ПК-1 (ПК-38)	Формулировка: <i>Выявлять принципиальные процессы и факторы, определяющие ресурс и надёжность газотурбинных двигателей и их узлов в условиях наземной эксплуатации</i> Уровень освоения: <i>высокий</i>
--	---

Компонентный состав компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: – процессы в основных узлах ГТД наземного применения их параметры, определяющие энергетические, экономические, массовые, ресурсные характеристики; – схемные решения, определяющие ресурс и надёжность ГТД наземного применения; – конструкторские решения, направленные на обеспечение ресурса и надёжности ГТД. Умеет: – оценивать конструктивные мероприятия по обеспечению ресурса и надёжности, процессы в основных	Лекции Лабораторные работы Самостоятельная работа Выполнение ВКР	Тестирование Контрольные работы Экзамен (Зачёт) Государственный экзамен Защита ВКР
	Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа	Защита отчётов по лабораторным работам и по

узлах ГТД наземного применения и их параметры точки зрения удовлетворения требований ресурса и надёжности; – определять газодинамические конструктивные параметры, отвечающие комплексу требований ресурса, надёжности и эффективности ГТД наземного применения. Владеет: – методами анализа конструкторских решений, направленных на обеспечение ресурса и надёжности ГТД наземного применения; – перспективными методами прогнозирования и повышения ресурса и надёжности ГТД наземного применения.	Выполнение ВКР Лабораторные работы Практические занятия Самостоятельная работа Выполнение ВКР	практическим занятиям Экзамен Государственный экзамен Защита ВКР Защита отчётов по лабораторным работам и по практическим занятиям Экзамен Государственный экзамен Защита ВКР
--	---	--

2.1.3. Карта компетенции:

Индекс ПК.ПП.ПК-3 (ПК-40)	Формулировка: <i>Предотвращать опасные вибрации газотурбинных двигателей и их элементов на стадиях проектирования, производства и эксплуатации; проводить расчётные и экспериментальные исследования вибрационных процессов</i> Уровень освоения: <i>высокий</i>
--	--

Компонентный состав компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: – общие мероприятия по предотвращению опасных вибраций ГТД наземного применения на стадиях проектирования, производства и эксплуатации; – схемные решения, обеспечивающие допустимый уровень вибраций ГТД наземного применения;	Лекция Лабораторные работы Самостоятельная работа	Тестирование Защита отчётов по лабораторным работам Контрольная работа Экзамен (Зачёт) Государственный

– конструкторские решения, направленные на предотвращение опасных вибраций ГТД; – особенности технологических процессов изготовления деталей и сборки, определяющие вибрационные свойства элементов и узлов ГТД. Умеет: – анализировать технологические факторы, приводящие к вибрациям ГТД; – определять и обосновывать конструктивные мероприятия, направленные на предотвращение опасных вибраций ГТД наземного применения, реализовывать эти мероприятия, организовывать их выполнение. Владеет: – методами анализа конструкторских решений, направленных на предотвращение опасных вибраций ГТД наземного применения; – методами устранения, предупреждения или компенсации технологических факторов, вызывающих вибрации ГТД; – перспективными методами предотвращения опасных вибраций ГТД наземного применения; расчётными и экспериментальными методами исследования вибрационных процессов	Лабораторные работы Самостоятельная работа Выполнение ВКР Научно-исследовательская практика Лабораторные работы Самостоятельная работа Выполнение ВКР Научно-исследовательская работа	экзамен Защита отчётов по лабораторным работам Государственный экзамен Защита ВКР Зачёт Защита отчётов по лабораторным работам Защита ВКР
---	---	--

2.1.4. Карта компетенции:

Индекс ПК.ПП.ЛИ-1 (ПК-41)	Формулировка:
	<i>Готовить, проводить с газотурбинными двигателями наземного применения, их узлами и деталями эксперименты лабораторного (научно-исследовательского) характера с применением современных средств измерения и систем автоматизированного управления, обрабатывать</i>

	<i>результаты измерений и осуществлять их завершённый научный и инженерный анализ</i> Уровень освоения: <i>высокий</i>
--	---

Компонентный состав компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: – базовые методы и средства измерений в области исследований газотурбинной техники, виды и причины погрешностей измерения; – современную методологию лабораторно-экспериментальных исследований в области газотурбинной техники. Умеет: – проводить частные эксперименты и первичную обработку результатов измерений; – подготавливать отчёты о проведении эксперимента, вторичной обработке измерений и проводить анализ экспериментальных данных; – формулировать цели задачи экспериментальных исследований в области газотурбинной техники, организовывать проведение и провести научно-инженерный анализ результатов экспериментов. Владеет: – методами экспериментальных исследований (применением систем автоматизированного управления и сбора экспериментальной информации) по обоснованию конструктивных решений в области газотурбинной техники; – перспективными методами экспериментальных исследований в области газотурбинной техники.	Лекция Лабораторные работы Самостоятельная работа Лабораторные работы Самостоятельная работа Научно-исследовательская практика Выполнение ВКР Лабораторные работы Самостоятельная работа Научно-исследовательская работа Выполнение ВКР	Тестирование Защита отчётов по лабораторным работам Экзамен (зачёт) ИГА Защита отчётов по лабораторным работам Экзамен (зачёт) ИГА Защита ВКР Защита отчётов по лабораторным работам Экзамен (зачёт) ИГА Защита ВКР

2.2. Результатом освоения дисциплины являются части формируемых компетенций обучающихся, представленных следующими дисциплинарными картами компетенций:

2.2.1. Дисциплинарная карта компетенции

Индекс ПК.ПП.НИ-1 (ПК-37)	Формулировка:
	<i>Формулировать направления поиска решения и решать задачи обеспечения повышенных ресурса и надёжности деталей, узлов и систем газотурбинных двигателей наземного применения</i> Уровень освоения: <i>высокий</i>

Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»

Индекс ПК-37. М.2.В.5	Формулировка части компетенции:
	<i>Формулировать и решать научно-исследовательские задачи обеспечения вибрационной прочности деталей и узлов ГТД наземного применения</i>

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
- Знает основы вибрационных процессов в элементах ГТД	Лекции Самостоят. работа	Тестирование Защита лаб. работ Экзамен ИГА
- Умеет формулировать задачи научных исследований, направленных на обеспечения вибрационной прочности ГТД.	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ Экзамен
- Владеет перспективными методами экспериментальных исследований вибрационных процессов в ГТД	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ ИГА

2.2.2. Дисциплинарная карта компетенции

Индекс ПК.ПП.ПК-1 (ПК-38)	Формулировка:
	<i>Выявлять принципиальные процессы и факторы, определяющие ресурс и надёжность газотурбинных двигателей</i>

	и их узлов в условиях наземной эксплуатации Уровень освоения: высокий
--	---

Наименование части

компетенции, формируемой в дисциплине «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»

Индекс ПК-38. М.2.В.5	Формулировка части компетенции: <i>Способен выявлять и анализировать вибрационные процессы в ГТД наземного применения определяющие надежность и ресурс</i>
--	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
- Знает теорию вибрационных процессов ГТД	Лекции Самостоят. работа	Тестирование Защита лаб. работ Экзамен ИГА
- Умеет анализировать влияние вибраций на ресурс и надежность элементов и узлов ГТД	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ Экзамен
- Владеет прогрессивными экспериментальными методиками анализа вибраций элементов ГТД.	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ ИГА

2.2.3. Дисциплинарная карта компетенции

Индекс ПК.ПП.ПК-3 (ПК-40)	Формулировка: <i>Предотвращать опасные вибрации газотурбинных двигателей и их элементов на стадиях проектирования, производства и эксплуатации; проводить расчётные и экспериментальные исследования вибрационных процессов</i> Уровень освоения: высокий
--	---

Наименование части

компетенции, формируемой в дисциплине «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»

Индекс ПК-40. М.2.В.5	Формулировка части компетенции: <i>Способен анализировать вибрационные процессы в ГТД, проводить расчетные и экспериментальные исследования, направленные на</i>
--	--

	<i>предотвращение опасных вибраций.</i>
--	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
- Знает конструкторские решения, направленные на предотвращение опасных вибраций ГТД	Лекции Самостоят. работа	Тестирование Защита лаб. работ Экзамен ИГА
- Умеет определять, обосновывать и реализовывать конструктивные мероприятия, направленные на предотвращение опасных вибраций ГТД	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ Экзамен
- Владеет методами устранения, предупреждения или компенсации технологических факторов, вызывающих вибрации ГТД; - Владеет перспективными методами предотвращения опасных вибраций ГТД; расчётными экспериментальными методами исследования вибрационных процессов.	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ ИГА

2.2.4. Дисциплинарная карта компетенции

Индекс ПК.ПП.ЛИ-1 (ПК-41)	Формулировка:
	<i>Готовить, проводить с газотурбинными двигателями наземного применения, их узлами и деталями эксперименты лабораторного (научно-исследовательского) характера с применением современных средств измерения и систем автоматизированного управления, обрабатывать результаты измерений и осуществлять их завершённый научный и инженерный анализ</i> Уровень освоения: <i>высокий</i>

Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»

Индекс ПК-41. M.2.B.5	Формулировка части компетенции: <i>Способен проводить экспериментальные исследования вибрационных процессов в ГТД наземного применения с использованием современных средств.</i>
--	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
- Знает методы исследования вибрационных процессов в ГТД	Лекции Самостоят. работа	Тестирование Защита лаб. работ Экзамен ИГА
- Умеет проводить эксперименты по анализу параметров вибраций элементов ГТД и обработку результатов	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ Экзамен
- Владеет перспективными методиками исследования вибрационных процессов в ГТД	Лаборат. работы Самостоят. работа	Защита лаб. работ ИГА

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость в АЧ/ ЗЕТ		
		По семестрам		Всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная работа / в том числе в интерактивной форме	50		50 1,39
	Лекции (Лек) / в том числе в интерактивной форме	16		16 0,5
	Практические занятия (Пр) / в том числе в интерактивной форме	-		-
	Лабораторный практикум(Лаб) / в том числе в интерактивной форме	34/12		34/12 0,94
	Семинары (С) / в том числе в интерактивной форме	-		-
	Другие виды аудиторных занятий (например, контроль самостоятельной работы (КСР)) / в том числе в интерактивной форме	4/4		4/4 0,11
2	Самостоятельная работа	90		90 2,5

	4 Курсовой проект (работа)	-		-
	Расчетно-графические работы			
	Реферат			
	Индивидуальное задание			
	Другие виды самостоятельной работы	90		90 2,5
3	Вид текущего контроля:	4 защита лабораторных работ, тестирование		4 0,11
4	Итоговый контроль:	36 Экзамен		1
5	Трудоемкость дисциплины Всего: в академич. час. (АЧ) в зачетных единицах (ЗЕТ)	180 5		180 5

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Модульный тематический план

Номер учебног о модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)						Трудоёмк, АЧ/ трудоёмк, ЗЕТ
			Аудиторная работа					Самостоятельная работа (СРС)	
			Всего	Лк	ПЗ (С)	ЛР	Аттес- тация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	1	1 2 3		2 2 2				8 8 10	10 час. 10 час 12 час
	Всего по модулю:			6				26	32/0,89 АЧ / ЗЕТ
2.	2	4 5		2 4		18	2	2 30	4 час 54 час
	Всего по модулю:			6		18	2	32	58/1,61 АЧ/ЗЕТ
3.	3	6		4		16	2	32	54 час
	Всего по модулю:			4		16	2	32	54/1,5 АЧ/ЗЕТ
Курсовой проект (работа)									
Подготовка к экзамену								36	36/1 АЧ/ЗЕТ
Итого				16		34	4	126	180/5 АЧ/ЗЕТ

Темы, разделы дисциплин ы	Количество о часов	Компетенции											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n...	Σ общее количество компетенци й
<i>Раздел 1</i>	32												
<i>Тема 1</i>	10	+	+	+									3
<i>Тема 2</i>	10	+	+	+									3
<i>Тема 3</i>	12	+	+										2
<i>Раздел 2</i>	58												
<i>Тема 4</i>	2		+	+	+								3
<i>Тема 5</i>	56	+	+	+	+								4
<i>Раздел 3</i>	54												
<i>Тема 6</i>	54	+	+	+	+								4
<i>Итого</i>	144												

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1.

Раздел 1. Лек – 6 час., Лаб - час., СРС – 26 час.

Тема 1. Колебания системы с одной степенью свободы.2

Тема 2. Демпфирование колебаний. 2

Тема 3. Спектры колебательных процессов.2

Модуль 2.

Раздел 2. Лек – 6 час., Лаб - 18 час., СРС – 32 час., КСР-2 час.

Тема 4. Расчетный модальный анализ.2

Тема 5. Экспериментальный модальный анализ.4

Модуль 3.

Раздел 3. Лек – 4 час, Лаб - 16 час, СРС – 32 час., КСР-2 час.

Тема 6. Колебания роторов.4

4.3. Модульная структура частей компетенций и требований к результатам освоения элементов компетенций

Номер модуля	Индексы и наименование элементов компетенций	Компоненты модуля	
		Формулировка результатов	Индексы результатов
1	ПК-37. М.2.В.5.М1	- Знает основы теории колебаний элементов ГТД и механизмы демпфирования	ПК-37. М.2.В.5.М1-3
1	ПК-38. М.2.В.5.М1	- Знает основы теории вибрационных процессов в ГТД и методы их предотвращения	ПК-38. М.2.В.5.М1-3

1	ПК-40. М.2.В.5.М1	- Знает основные конструкторские решения, направленные на предотвращение опасных вибраций ГТД	ПК-40. М.2.В.5.М1-з
2	ПК-37. М.2.В.5.М2	- Умеет формулировать задачи научных исследований, направленных на обеспечения вибрационной прочности роторных деталей ГТД	ПК-37. М.2.В.5.М2-у
		- Владеет перспективными экспериментальными методами модального анализа элементов ГТД	ПК-37. М.2.В.5.М2-в
2	ПК-38. М.2.В.5.М2	- Умеет анализировать влияние вибраций элементов ротора на ресурс и надежность ГТД	ПК-38. М.2.В.5.М2-у
		- Владеет прогрессивными экспериментальными методиками модального анализа элементов ГТД	ПК-38. М.2.В.5.М2-в
2	ПК-40. М.2.В.5.М2	- Умеет определять, обосновывать и реализовывать конструктивные мероприятия, направленные на предотвращение опасных вибраций роторных элементов ГТД	ПК-40. М.2.В.5.М2-у
		- Владеет перспективными методами предотвращения опасных вибраций роторных элементов ГТД; расчётными и экспериментальными методами исследования модальных характеристик.	ПК-40. М.2.В.5.М2-в
2	ПК-41. М.2.В.5.М2	- Знает методы модального анализа элементов ГТД	ПК-41. М.2.В.5.М2-з
		- Умеет проводить эксперименты по модальному анализу элементов ГТД и обработку результатов	ПК-41. М.2.В.5.М2-у
		- Владеет перспективными методиками модального анализа элементов ГТД	ПК-41. М.2.В.5.М2-в
3	ПК-37. М.2.В.5.М3	- Знает основы теории вибраций роторов ГТД	ПК-37. М.2.В.5.М3-з
		- Умеет формулировать задачи научных исследований,	ПК-37. М.2.В.5.М3-у

		направленных на обеспечения допустимых вибраций роторов ГТД	
		- Владеет перспективными методами экспериментальных исследований вибраций роторов ГТД	ПК-37. М.2.В.5.М3-в
3	ПК-38. М.2.В.5.М3	- Знает теорию вибраций роторов ГТД	ПК-38. М.2.В.5.М3-з
		- Умеет анализировать влияние вибраций ротора на ресурс и надежность ГТД	ПК-38. М.2.В.5.М3-у
		- Владеет прогрессивными экспериментальными методиками анализа вибраций роторов ГТД	ПК-38. М.2.В.5.М3-в
3	ПК-40. М.2.В.5.М3	- Знает конструкторские решения, направленные на предотвращение опасных вибраций роторов ГТД	ПК-40. М.2.В.5.М3-з
		- Умеет определять, обосновывать и реализовывать конструктивные мероприятия, направленные на предотвращение опасных вибраций роторов ГТД	ПК-40. М.2.В.5.М3-у
		- Владеет методами устранения, предупреждения или компенсации технологических факторов, вызывающих вибрации ГТД;	ПК-40. М.2.В.5.М3-в
3	ПК-41. М.2.В.5.М3	- Знает методы исследования вибраций роторов ГТД	ПК-41. М.2.В.5.М3-з
		- Умеет проводить эксперименты по анализу вибраций роторов ГТД и обработку результатов	ПК-41. М.2.В.5.М3-у
		- Владеет перспективными методиками исследования вибраций роторов ГТД	ПК-41. М.2.В.5.М3-в

4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)*

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
		Не предусмотрены

4.5. Перечень тем лабораторных работ**

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
	5	Лазерная виброметрия. Исследование колебаний лопаток ГТД
	5	Виброизмерительный комплекс LMS Scadas III. Исследование колебаний дисков и блисков ГТД
	6	Исследовательский комплекс National Instruments. Исследование динамического поведения ротора ГТД
	6	Виброизмерительный комплекс LMS Scadas Mobile. Исследование вибраций роторов ГТД

4.6. Виды самостоятельной работы студентов

Номер модуля	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоемкость, часов
1	Изучение теоретического материала дисциплины Подготовка к контрольному тестированию	18 8
2	Изучение теоретического материала Самостоятельное выполнение этапов лабораторной работы Подготовка к защите лабораторной работы	4 24 4
3	Изучение теоретического материала Самостоятельное выполнение этапов лабораторной работы Подготовка к защите лабораторной работы	4 24 4
Другие виды СРС	Подготовка к экзамену	36
	Итого: в час. в зач. ед.	126 3,5

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

После изучения темы дисциплины в часы лекционных занятий студенты в часы самостоятельной работы должны пользуясь конспектом лекций повторить материал, пользуясь основной литературой более глубоко разобраться в вопросах, на которые акцентировано внимание лектора, пользуясь дополнительной литературой и информационными ресурсами разобраться в вопросах, которые показались наиболее интересными.

Перед началом выполнения лабораторной работы студентам необходимо самостоятельно повторить теоретический материал по теме лабораторной работы.

Согласно графику выполнения лабораторных работ часть этапов выполняются студентами самостоятельно в часы самостоятельной работы.

Перечень этих этапов и рекомендации по их выполнению приведены в методических указаниях для студента.

Пользуясь контрольными вопросами, указанными в конспекте лекций и в методических указаниях к лабораторным работам, студенты должны самостоятельно проверить уровень усвоения материала и степень готовности к контрольным мероприятиям по данной теме (контрольное тестирование или защита лабораторной работы).

4.6.2 Перечень тем курсовых работ (проектов)***

Не предусмотрены

4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ

Не предусмотрены

4.6.4. Перечень тем (вопросов) для самостоятельного изучения студентами

Не предусмотрены

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

Подготовка к экзамену осуществляется студентами в часы самостоятельной работы с использованием конспекта лекций, основной и дополнительной литературы. Трудоемкость этого вида самостоятельной работы по данной дисциплине 36 час.

5. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

По всем темам дисциплины проводятся проблемно-ориентированные лекционные занятия с использованием мультимедийной презентации лекционного курса. В процессе изложения лекционного материала предусматривается определенная гибкость с акцентированием внимания студентов на наиболее интересных для студентов вопросах. После изучения темы дисциплины в часы лекционных занятий студенты в часы самостоятельной работы должны пользоваться конспектом лекций повторить материал, пользуясь основной литературой более глубоко разобраться в проблемных вопросах, на которые акцентировано внимание лектора.

Лабораторные работы данной дисциплины основаны на применении прогрессивного высокотехнологичного экспериментального оборудования. Применяемое оборудование в сочетании с интерактивным режимом позволяет осуществлять процесс обучения на качественно новом уровне. Лабораторные работы охватывают второй и третий модуль содержания дисциплины и

выполняются как в часы лабораторных занятий, так и часы самостоятельной работы. В часы лабораторных занятий выполняются этапы работ, непосредственно связанные с использованием лабораторного оборудования, экспериментальных установок и т.д. В эти же часы проводятся необходимые обсуждения и дискуссии по содержательной части работы. Большая часть лабораторных занятий проводится в интерактивном режиме живого общения с преподавателем. Этапы лабораторных работ, связанные с изучением литературы, разработкой методик, патентным поиском, подготовкой докладов, и т.д. выполняются с часы самостоятельной работы с использованием компьютерной техники и современных средств телекоммуникаций.

Контроль результатов усвоения дисциплины осуществляется по темам первого модуля путем выполнения контрольного теста, по темам второго и третьего модуля путем защиты лабораторной работы в интерактивном режиме – публичный доклад в студенческой группе с последующим обсуждением и вопросами и дискуссией. Удельный вес аудиторных занятий в интерактивной форме в целом по дисциплине составляет 25%.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также контроля самостоятельной работы обучающихся по отдельным разделам дисциплины (Виды контроля)

Текущая аттестация студентов производится лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- *индивидуальный контроль выполнения этапов лабораторных работ;*

Рубежная аттестация студентов производится по окончании раздела дисциплины в следующих формах:

- *контрольное тестирование (модуль 1);*
- *защита лабораторных работ (модуль 2,3);*

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины в семестре проходит в форме :

- *экзамен.*

6.1. Виды текущего и промежуточного контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 5.1

Индексы элементов и части компетенций – результатов изучения дисциплины	Способы контроля					
	ТТ	КТ	КР	ГиКР	ЛР	Экзамен
ПК-37. М.2.В.5.М1-3	+					+
ПК-38. М.2.В.5.М1-3	+					+

ПК-40. М.2.В.5.М1-з	+					+
ПК-37. М.2.В.5.М2-у					+	
ПК-37. М.2.В.5.М2-в					+	
ПК-38. М.2.В.5.М2-у					+	
ПК-38. М.2.В.5.М2-в					+	
ПК-40. М.2.В.5.М2-у					+	
ПК-40. М.2.В.5.М2-в					+	
ПК-41. М.2.В.5.М2-з					+	+
ПК-41. М.2.В.5.М2-у					+	
ПК-41. М.2.В.5.М2-в					+	
ПК-37. М.2.В.5.М3-з					+	+
ПК-37. М.2.В.5.М3-у					+	
ПК-37. М.2.В.5.М3-в					+	
ПК-38. М.2.В.5.М3-з					+	+
ПК-38. М.2.В.5.М3-у					+	
ПК-38. М.2.В.5.М3-в					+	
ПК-40. М.2.В.5.М3-з					+	+
ПК-40. М.2.В.5.М3-у					+	
ПК-40. М.2.В.5.М3-в					+	
ПК-41. М.2.В.5.М3-з					+	+
ПК-41. М.2.В.5.М3-у					+	
ПК-41. М.2.В.5.М3-в					+	

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

КТ – промежуточное контрольное тестирование по модулю (независимый контроль знаний АСУ ВУЗ);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний, умений);

ГиКР – индивидуальные графические или курсовые работы (оценка умений и владений);

ЛР – защита лабораторных работ с подготовкой отчета (оценка знаний, умений, владений).

6.2. Виды итогового контроля.

а) Зачет – не предусматривается

б) Экзамен.

Экзаменационная оценка выставляется по результатам ответов на вопросы экзаменационного билета с учетом результатов рубежного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, включены в состав УМКД и являются приложением к Рабочей программе дисциплины.

7. График учебного процесса по дисциплине

Виды работ	Распределение по учебным неделям																		Ито-го
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Разделы	P1				P2							P3							
Лекции	2	2	2		2	2	2					2	2						16
Практ. занятия																			
Лабор. занятия						2	4	4	4		4		4		4	4		4	34
Подготовка к занятиям	8	8	5	5	2	6	6	2	2	8	6	2	4	6	4	4	7	5	90
Самост. изучение																			
Графическ. работы																			
Модули	M1				M2							M3							
Контр. работа				1															1
Защита лаб. работы								1			1				1			1	4

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Рекомендуемая литература.

8.1.1 Основная литература

№ п.п.	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Колич. экземпляров в библи.
1	Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л.	Динамика и прочность авиационных двигателей энергетических установок.	М., Машиностроение, 2008, 192 с.	Учебник для вузов	
2	Хиллен В., Ламменс С., Сас П.	Модальный анализ: теория и испытания.	М.Новатест, 2010, 318 с.		
3	Новиков Д.К.	Проектирование гидродинамических демпферов опор роторов двигателей летательных аппаратов.	Самара, Изд-во Самарского научного центра РАН, 2000, 164 с.		
4	Тимошенко С.П., Янг	Колебания в инженерном деле.	М., Машиностроение		

	Д.Х., Уивер У.		, 1985, 472 с.		
--	----------------	--	----------------	--	--

8.1.2 Дополнительная литература

№ п.п.	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Вид издания, гриф	Колич. экземпляров в библиот.
1	Под ред. Болотина В.В.	Вибрации в технике, т.1.	М.,Машиностроение, 1978, 352 с.		
2	Под ред. Димтенберга Ф.М.	Вибрации в технике, т.3.	М.,Машиностроение, 1980		
3	Под ред. Фролова К.В.	Вибрации в технике, т.6.	М.,Машиностроение, 1981, 456 с.		
4	Зенкевич О.	Метод конечных элементов в технике.	М., Мир, 1975. 542с.		
5	Нихамкин М.А., Воронов Л.В.	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Вопросы и задачи	Пермский гос. техн. ун-т. – Пермь 2005. – 142 с.	Учеб. пособие для вузов Гриф УМО АРК	

8.1.3 Методические пособия, рекомендации изданные в ПГТУ

№ п.п.	Библиотечный номер	Автор(ы), Заглавие	Издательство, год издания	Вид издания, гриф	Кол-во экзempl. в библиот.
1.		Л.В. Воронов. Лазерная виброметрия. Исследование колебаний лопаток ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 12 с.	метод. указания к выполнению лаб. работы	
2		Л.В. Воронов. Лазерная виброметрия. Исследование колебаний лопаток ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 13 с.	метод. рекомендации преподавателю	

3		Л.В. Воронов Виброизмерительный комплекс LMS SCADAS III. Исследование колебаний дисков и блисков ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 16 с.	метод. указания к выполнению лаб. работы	
4		Л.В. Воронов Виброизмерительный комплекс LMS SCADAS III. Исследование колебаний дисков и блисков ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 16 с.	метод. рекомендации преподавателю	
5		Л.В. Воронов Исследовательский комплекс National Instruments. Исследование динамического поведения ротора ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 14 с.	метод. указания к выполнению лаб. работы	
6		Л.В. Воронов Исследовательский комплекс National Instruments. Исследование динамического поведения ротора ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 13 с.	метод. рекомендации преподавателю	
7		Л.В. Воронов Виброизмерительный комплекс LMS Scadas Mobile. Исследование вибраций роторов ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 15 с.	метод. указания к выполнению лаб. работы	
8		Л.В. Воронов Виброизмерительный комплекс LMS Scadas Mobile. Исследование вибраций роторов ГТД	Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 13 с.	метод. рекомендации преподавателю	

8.2 Информационные средства обеспечения дисциплины

(Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы. *Даны примеры заполнения таблиц*).

8.2.1 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. Номер*	Назначение
1	Лабораторные	PSV 8.5		Программный

	занятия			комплекс для работы с лазерным виброметром
2	Лабораторные занятия	LMS Test Lab		Программный комплекс для ударного модального анализа
3	Лабораторные занятия	LMS Test Xpress		Программный комплекс для анализа динамических процессов
4	Лабораторные занятия	LabVIEW		Программный комплекс для автоматизации экспериментальных исследований
5	Лабораторные занятия	MathCad		Обработка результатов
6	Лабораторные занятия	Excel		Обработка результатов

* Указывается номер в книге регистрации методических изданий кафедры.

8.2.2 Аудио- и видео-пособия -

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение данной дисциплины (модуля).

(Примечание: В качестве материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) могут быть использованы мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; описание деловых игр; демонстрационные приборы; при необходимости - средства мониторинга и т.д.)

Вид аудио-видео пособия				Наименование пособия
телефильм	кинофильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		*		Цикл лекций по дисциплине «Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»

* - Указывается номер, за которым зарегистрировано пособие в книге регистрации учебных пособий кафедры.

9.1. Специализированная учебная лаборатория (класс)

№ п/п	Наименование и принадлежность помещения	Площадь (м ²)	Количество посадочных мест
1	2	3	4
1	Лекционная аудитория к. «Г», а. 201	72	60

	(ПНИПУ)		
2	Исследовательская лаборатория к. «Г», а. 009 (ПНИПУ)	72	6
3	Учебная лаборатория к. «Г», а. 211 (ПНИПУ)	72	14

9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование дисциплин в соответствии с учебным планом	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)
1	2	3	4
	«Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»	Исследовательская лаборатория к. «Г», а. 009, Трехкомпонентный сканирующий лазерный виброметр PSV-400-3D; Виброизмерительный комплекс LMS Scadas III;	собственность
2	«Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»	Учебная лаборатория к. «Г», а. 211, Лабораторный модуль для исследования динамики роторов; Исследовательский комплекс National Instruments; Виброизмерительный комплекс LMS Scadas Mobile	собственность

9.1. Лекционные занятия:

- a. цикл лекций в виде электронной презентации,
- b. аудитория (а. 201 к.Г), оснащенная мультимедийной аппаратурой(проектор, экран, ноутбук),
- c. и т.п.

9.2. Лабораторные занятия:

- a. Исследовательская лаборатория (а.009 к. Г),
- b. Учебная лаборатория (а. 211 к. Г),
- c. Трехкомпонентный сканирующий лазерный виброметр PSV-400-3D,
- d. Виброизмерительный комплекс LMS Scadas III,
- e. Исследовательский комплекс National Instruments,
- f. Виброизмерительный комплекс LMS Scadas Mobile,
- g. Лабораторный модуль для исследования динамики роторов.

Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины
«Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях»
 кафедре «Авиационные двигатели»
 факультет Аэрокосмический

Таблица 8.1

Направление (специальность)	Номер семестра	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	библиотекеКоличество экземпляров в	Основной лектор
160 700. 68	11	5	Основная литература: 1. Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. М., Машиностроение, 2008, 192 с. 2. Хиллен В., Ламменс С., Сас П. Модальный анализ: теория и испытания. М. Новатест, 2010, 318 с. 3. Новиков Д.К. Проектирование гидродинамических демпферов опор роторов двигателей летательных аппаратов. Самара, Издательство Самарского научного центра РАН, 2000, 164 с. 4. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. М., Машиностроение, 1985, 472 с. Дополнительная литература: 1. Вибрации в технике, т.1. Под ред. Болотина В.В. М.,Машиностроение, 1978, 352 с. 2. Вибрации в технике, т.3. Под ред. Димтенберга Ф.М. М.,Машиностроение, 1980. 3. Вибрации в технике, т.6. Под ред. Фролова К.В. М.,Машиностроение, 1981, 456 с. 4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М., Мир, 1975. 542с. 5. Нихамкин М.А., Воронов Л.В. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Вопросы и задачи: Учеб. пособие / Пермский гос. техн. ун-т. – Пермь 2005. – 142 с. Издания ПГТУ: 1. Лазерная виброметрия. Исследование колебаний лопаток ГТД: метод. указания к выполнению лаб. работы / сост. Л.В.		Д.т.н., профессор Нихамкин М.А. 239-13-61

		Воронов. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 12 с 2. Виброизмерительный комплекс LMS SCADAS III. Исследование колебаний дисков и блисков ГТД: метод. указания к выполнению лаб. работы / сост. Л.В. Воронов. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 16 с. 3. Исследовательский комплекс National Instruments. Исследование динамического поведения ротора ГТД: метод. указания к выполнению лаб. работы / сост. Л.В. Воронов. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 14 с. 4. Виброизмерительный комплекс LMS Scadas Mobile. Исследование вибраций роторов ГТД: метод. указания к выполнению лаб. работы / сост. Л.В. Воронов. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. – 15 с.		
--	--	--	--	--

Согласовано:

Зав. отделом комплектования библиотеки

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

- основной учебной литературой на _____ - _____
(число, месяц, год) (экземпляров на одного обучаемого)
- дополнительной учебной литературой на _____ - _____
(число, месяц, год) (экземпляров на одного обучаемого)

Лист регистрации изменений

№ п.п .	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		