

уол 3+

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
Кафедра «Авиационные двигатели»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.
Н.В. Лобов
2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Ресурсное проектирование авиационных двигателей
и энергетических установок»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

**Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных
и ракетных двигателей»**

Специализация программы специалитета:	«Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»
Квалификация выпускника:	инженер
Выпускающая кафедра:	«Авиационные двигатели»
Форма обучения:	очная

Курс: 5

Семестр(ы): 10

Трудоёмкость:

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

Виды контроля: дифференцированный зачёт в 10 семестре

Пермь, 2017 г.

Учебно-методический комплекс дисциплины «Ресурсное проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» разработан на основании:

- самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта, утвержденного приказом ректора от 03 апреля 2017 г. номер приказа 24-о по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» специализации «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», утверждённой 03 апреля 2017 г.
- базового учебного плана очной формы обучения по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» специализации «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», утверждённого 03 апреля 2017 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», «Теория и расчёт лопаточных машин», «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок», «Прочность конструкций», «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок», «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении», «Производственная практика (стажировка инженерная)», «Преддипломная практика (практика по выполнению выпускной квалификационной работы)», «Экология», «Основы инженерного эксперимента», «Специальная технология изготовления деталей и сборки авиационных двигателей и энергетических установок», «Испытания и обеспечение надёжности авиационных двигателей и энергетических установок», «Организация и планирование предприятия», «Управление проектированием и производством авиационных двигателей и энергетических установок», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов», «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)» участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.


Разработчик

_____ асс. _____


(подпись)

_____ Д.А. Самодуров
(инициалы, фамилия)

_____ канд. техн. наук, доц. _____


(подпись)

_____ А.А. Григорьев
(инициалы, фамилия)

Рецензент

_____ доц.
(учёная степень, звание)


(подпись)

_____ В.П. Матюнин
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Авиационные двигатели» « 26 » 06 2017 г., протокол № 26

Заведующий кафедрой «Авиационные двигатели», ведущей дисциплину

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



_____ А.А. Иноземцев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета « 24 » 08 2017 г., протокол № 10 .

Председатель учебно-методической комиссии Аэрокосмического факультета

_____ канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)



_____ Н.Е. Чигодаев
(инициалы, фамилия)

Согласовано:

/ Заведующий выпускающей кафедрой
«Авиационные двигатели»

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


(подпись)

А.А. Иноземцев
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образователь-
ных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)


(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины:

– изучение теории и практики прогнозирования и обеспечения ресурса и надежности при проектировании авиационных двигателей и энергетических установок.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие профессионально-специализированные компетенции АПСК-1.3, АПСК-1.4, АПСК-1.5, ПСК-1.10:

- способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного и теплового состояния, характеристик авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем и осуществлять их документированное конструирование с описанием принципа действия и устройства (АПСК-1.3);
- способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты, технологические процессы изготовления проектируемых авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем; использовать средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий (АПСК-1.4);
- способность разрабатывать документальное и метрологическое обеспечение проектирования, технических разработок, разрабатывать рабочие планы, программы, методики проведения и организовывать научные исследования, технические эксперименты и испытания авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем, проводить обработку и анализ результатов (АПСК-1.5);
- способность выбирать оптимальные решения при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства (ПСК-1.10).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**
 - типовые конструктивные и технологические решения, обеспечивающие надежность и ресурс двигателей;
 - этапы проектирования двигателя;
 - требования при разработке конструкторской документации деталей и узлов газотурбинных двигателей;
 - методы и алгоритмы разработки, эксперимента и испытаний деталей и узлов газотурбинных двигателей;
 - основы проектирования технологических процессов производства деталей и узлов газотурбинных двигателей;
 - теоретические основы расчета надежности и ресурса деталей и узлов газотурбинных двигателей;
 - основные технологические операции обработки заготовок деталей и узлов газотурбинных двигателей.

- **формирование умений**

- эффективно использовать методы обеспечения ресурса и надежности двигателей при их проектировании, производстве и эксплуатации;
- применять при проектировании методы обеспечения эксплуатационной технологичности авиационных двигателей и энергетических установок;
- оценивать влияние степени метрологической точности на ресурс и надежность деталей и узлов газотурбинных двигателей;
- определять оптимальные параметры технологической обработки заготовки
- оценивать влияние выбранных параметров технологической обработки детали на ее ресурс и надежность.

- **формирование навыков**

- самостоятельного изучения конструктивных и технологических решений, направленных на обеспечение ресурса авиадвигателей, их узлов и агрегатов;
- владения методами конструирования узлов, деталей, агрегатов авиационных двигателей и энергетических установок;
- расчета ресурса и надежности деталей и узлов газотурбинных двигателей, в зависимости от выбранной степени метеорологической точности;
- определения ресурса и надежности деталей и узлов газотурбинных двигателей в зависимости от выбранных типов и параметров технологического процесса их производства.

1.3 Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты:

- тепловые авиационные двигатели и энергетические установки различных типов;
- методы исследования, расчета и проектирования тепловых авиационных двигателей и энергетических установок;
- методы диагностики повреждений деталей газотурбинных двигателей (ГТД);
- методы прогнозирования ресурса авиационных двигателей и энергетических установок;
- методы обеспечения надежности и эксплуатационной технологичности авиационных двигателей и энергетических установок.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ресурсное проектирование авиационных двигателей и энергетических установок» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» специализации «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины)
Профессионально-специализированные компетенции			
АПСК-1.3	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, прочностного и теплового состояния, характеристик авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем и осуществлять их документированное конструирование с описанием принципа действия и устройства	Б1.ДВ.03.1 «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок»; Б1.ДВ.03.2 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»; Б1.ДВ.04.1 «Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок»; Б1.ДВ.04.2 «Прочность конструкций»; Б1.ДВ.07.1 «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении»; Б1.ДВ.06.1 «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок» (совместно)	
АПСК-1.4	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты, технологические процессы изготовления проектируемых авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем; использовать средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий	Б1.ДВ.03.1 «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок»; Б1.ДВ.03.2 «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»; Б1.ДВ.06.1 «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и	

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины)
		энергетических установок» (совместно).	
АПСК-1.5	Способность разрабатывать документальное и метрологическое обеспечение проектирования, технических разработок, разрабатывать рабочие планы, программы, методики проведения и организовывать научные исследования, технические эксперименты и испытания авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем, проводить обработку и анализ результатов	Б1.ДВ.07.1 «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении»; Б1.ДВ.06.1 «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок» (совместно).	
ПСК-1.10	Способность выбирать оптимальные решения при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства	Б1.ДВ.06.1 «Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок» (совместно).	

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АПСК-1.3, АПСК-1.4, АПСК-1.5, ПСК-1.10.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-1.3

Код АПСК-1.3	Формулировка компетенции: способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагрузки, прочностного и теплового состояния, характеристик авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем и осуществлять их документированное конструирование с описанием принципа действия и устройства
Код АПСК-1.3.Б1.ДВ.06.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность выбирать конструктивные и технологические решения, обеспечивающие надёжность и ресурс проектируемых изделий

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – типовые конструктивные и технологические решения, обеспечивающие надёжность и ресурс двигателей;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала и	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля. Дифференциальный зачет

	выполнению курсовой работы..	
Уметь: – эффективно использовать методы обеспечения ресурса и надежности двигателей при их проектировании, производстве и эксплуатации;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным работам
Владеть: – навыками самостоятельного изучения конструктивных и технологических решений, направленных на обеспечение ресурса авиадвигателей, их узлов и агрегатов.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов	Отчеты по лабораторным работам

2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-1.4

Код АПСК-1.4.	Формулировка компетенции: способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты, технологические процессы изготовления проектируемых авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем; использовать средства автоматизированного проектирования и передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий
----------------------	---

Код АПСК-1.4.Б1.ДВ.06.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции: обеспечение реализации всех этапов разработки конструкции при ресурсном проектировании двигателей летательных аппаратов
--------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – этапы проектирования двигателя	Лекции Самостоятельная работа	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля. Дифференциальный зачет.
Уметь: – применять при проектировании методы обеспечения эксплуатационной технологичности авиационных двигателей и энергетических установок;	Лабораторные работы Самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным работам
Владеть: – методами конструирования узлов, деталей, агрегатов авиационных двигателей и энергетических установок.	Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов	Отчеты по лабораторным работам

2.3 Дисциплинарная карта компетенции АПСК-1.5

Код АПСК-1.5	Формулировка компетенции: способность разрабатывать документальное и метрологическое обеспечение проектирования, технических разработок, разрабатывать рабочие планы, программы, методики проведения и организовывать научные исследования, технические эксперименты и испытания авиационных двигателей, их деталей, узлов и систем, проводить обработку и анализ результатов
---------------------	---

Код АПСК- 1.5.Б1.ДВ.06.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции: способность разрабатывать конструкторскую документацию элементов газотурбинных двигателей, с учетом обеспечения требуемых надежности и ресурса
---	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – требования при разработке конструкторской документации деталей и узлов газотурбинных двигателей; – методы и алгоритмы разработки, эксперимента и испытаний деталей и узлов газотурбинных двигателей;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля. Дифференциальный зачет.
Уметь: – оценивать влияние степени метрологической точности на ресурс и надежность деталей и узлов газотурбинных двигателей;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа.	Отчёты по лабораторным работам.
Владеть: – навыками расчета ресурса и надежности деталей и узлов газотурбинных двигателей, в зависимости от выбранной степени метрологической точности	Лабораторные работы. Самостоятельная работа.	Отчёты по лабораторным работам.

2.4 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1.10

Код ПСК-1.10	Формулировка компетенции: способность выбирать оптимальные решения при создании продукции с учётом требований качества, надёжности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства
-------------------------	--

Код ПСК- 1.10.1.5.Б1.ДВ.06. 2	Формулировка дисциплинарной части компетенции: способность разрабатывать технологические процессы производства деталей и узлов газотурбинных двигателей с учетом обеспечения последними требуемых надежности и ресурса
--	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – основы проектирования технологических процессов производства деталей и узлов газотурбинных двигателей – теоретические основы расчета надежности и ресурса деталей и узлов газотурбинных двигателей – основные технологические операции обработки заготовок деталей и узлов газотурбинных двигателей	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала и выполнение курсовой работы.	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля. Дифференциальный зачет.
Уметь:	Лабораторные ра-	Отчёты по лаборатор-

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
– определять оптимальные параметры технологической обработки заготовки – оценивать влияние выбранных параметров технологической обработки детали на ее ресурс и надежность	боты. Самостоятельная работа.	ным работам.
Владеть: – навыками определения ресурса и надежности деталей и узлов газотурбинных двигателей в зависимости от выбранных типов и параметров технологического процесса их производства	Лабораторные работы. Самостоятельная работа.	Отчёты по лабораторным работам.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость
1	2	3
1	Аудиторная (контактная) работа	72
	– лекции (Л)	32
	– лабораторные работы (ЛР)	36
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72
	– изучение теоретического материала	24
	– подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	24
	– подготовка отчетов по лабораторным работам	24
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: Диф. зачет	0
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:	
	в часах (ч)	144 (ч)
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4 (ЗЕ)

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)			Трудоёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа		Итоговый контроль	
			всего	в том числе		

дуля				Л	ЛР	КСР	троль	тельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	18	8	9	1		18	36 / 1
		2	18	8	9	1		18	36 / 1
	Всего по модулю:		36	16	18	2		36	72 / 2
2	2	3	18	8	9	1		18	36 / 1
		4	18	8	9	1		18	36 / 1
Всего по модулю:		36	16	18	2		36	72 / 2	
Промежуточная аттестация:							Диф. за-чет/0		0 / 0
Итого:			72	32	36	4	0	72	144 / 4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Надежность ГТД

Л – 16 ч, ЛР – 18 ч, СРС – 36 ч, КСР – 2 ч.

Раздел 1. Надежность ГТД

Л – 16 ч, ЛР – 18 ч, СРС – 36 ч, КСР – 2 ч.

Тема 1. Основные характеристики надежности ГТД

Безопасность полетов. Отказ, последствия отказов. Технический ресурс деталей и узлов ГТД. Вероятность безотказной работы. Нарботка на отказ.

Тема 2. Нагружение деталей ГТД и процессы повреждения материалов

Типовой полетный цикл. Особенности нагружения деталей ГТД (лопаток, дисков, валов, корпусов, элементов подвески). Кинетика напряженного состояния деталей ГТД. Статические и динамические напряжения. Характеристики циклического нагружения. Механизмы повреждения материалов при различных видах нагружения и условий эксплуатации деталей. Модельные представления о процессах накопления повреждений. Кратковременное разрушение. Ползучесть. Малоцикловая усталость. Термоусталость. Многоцикловая усталость. Развитие трещин. Характеристики материалов.

Модуль 2. Ресурс ГТД

Л – 16 ч, ЛР – 18 ч, СРС – 36 ч, КСР – 2 ч.

Раздел 2. Ресурс ГТД

Л – 16 ч, ЛР – 18 ч, СРС – 36 ч, КСР – 2 ч.

Тема 3. Управление ресурсом

Три стратегии управления ресурсом. Эксплуатация двигателя по назначенному ресурсу и по техническому состоянию. План управления ресурсом. Концепция допустимых повреждений. Этапы проектирования двигателя. Научно-технический задел, необходимый для расчетной оценки ресурса. Расчетные методы оценки ресурса лопаток, дисков, валов, корпусов, элементов подвески, применяемые на различных этапах проектирования. Экспериментальные мето-

ды подтверждения ресурса лопаток, дисков, валов, корпусов, элементов подвески. Коэффициенты соответствия.

Тема 4. Пути повышения ресурса на этапах проектирования, производства и эксплуатации двигателя

Направления повышения ресурса основных деталей ГТД на этапе проектирования. Повышение прочности и ресурса деталей технологическими методами. Эксплуатационные мероприятия по повышению ресурса деталей и узлов ГТД.

4.3 Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.2 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	2	Исследование характеристик длительной прочности материалов
2	2	Исследование характеристик малоциклового усталости материалов.
3	2	Исследование характеристик многоциклового усталости материалов.
4	2	Инструментальная диагностика повреждения деталей ГТД.
5	2	Исследование характеристик трещиностойкости материалов.
6	3	Исследование характеристик усталостной прочности лопаток.
7	3	Изучение методики расчетного прогнозирования циклического ресурса дисков.
8	3	Изучение методики экспериментальной оценки ресурса работы дисков.
9	3	Анализ элементов конструкции двигателя с точки зрения обеспечения ресурса.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	18
2	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам; подготовка отчетов по лабораторным работам	18
3	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам; подготовка отчетов по лабораторным работам	18
4	Изучение теоретического материала	18
	Итого: в ч / в ЗЕ	72ч / 2

5.1. Тематика для самостоятельного изучения дисциплины

Тема 1. Основные характеристики надежности ГТД

Безопасность полетов. Отказ, последствия отказов. Технический ресурс деталей и узлов ГТД. Вероятность безотказной работы. Нарботка на отказ.

Тема 2. Нагружение деталей ГТД и процессы повреждения материалов

Типовой полетный цикл. Особенности нагружения деталей ГТД (лопаток, дисков, валов, корпусов, элементов подвески). Кинетика напряженного состояния деталей ГТД. Статические и динамические напряжения. Характеристики циклического нагружения. Механизмы повреждения материалов при различных видах нагружения и условий эксплуатации деталей. Модельные представления о процессах накопления повреждений. Кратковременное разрушение. Ползучесть. Малоцикловая усталость. Термоусталость. Многоцикловая усталость. Развитие трещин. Характеристики материалов.

Тема 3. Управление ресурсом

Три стратегии управления ресурсом. Эксплуатация двигателя по назначенному ресурсу и по техническому состоянию. План управления ресурсом. Концепция допустимых повреждений. Этапы проектирования двигателя. Научно-технический задел, необходимый для расчетной оценки ресурса. Расчетные методы оценки ресурса лопаток, дисков, валов, корпусов, элементов подвески, применяемые на различных этапах проектирования. Экспериментальные методы подтверждения ресурса лопаток, дисков, валов, корпусов, элементов подвески. Коэффициенты соответствия.

Тема 4. Пути повышения ресурса на этапах проектирования, производства и эксплуатации двигателя

Направления повышения ресурса основных деталей ГТД на этапе проектирования. Повышение прочности и ресурса деталей технологическими методами. Эксплуатационные мероприятия по повышению ресурса деталей и узлов ГТД.

5.2. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена

5.3. Реферат

Реферат не предусмотрен.

5.4. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5.5. Индивидуальное задание

Индивидуальное задание не предусмотрено.

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

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 проблемных вопросах, на которые акцентировано внимание лектора.

Лабораторные работы охватывают первый и второй модуль содержания дисциплины и выполняются как в часы лабораторных работ, так и часы самостоятельной работы. В часы лабораторных работ, непосредственно связанные с использованием лабораторной установки, макетов авиационных двигателей. В эти же часы проводятся необходимые обсуждения, и дискуссии по содержательной части работы. Большая часть лабораторных работ проводится в интерактивном режиме живого общения не только с преподавателем но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Этапы лабораторных работ, связанные с изучением литературы, оформление отчетов, подготовкой к защите и т.д. выполняются с часы самостоятельной работы с использованием компьютерной техники и современных средств телекоммуникаций.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в указанных ниже формах.

- Текущие контрольные работы для анализа усвоения теоретического материала. Всего предусмотрено 4 текущих контрольных работ (темы 1, 2, 3, 4). Тематика текущих контрольных работ: Первая контрольная работа по модулю 1 «Основные характеристики надежности ГТД», вторая контрольная работа – по модулю 1 «Нагружение деталей ГТД и процессы повреждения материалов», третья контрольная работа – по модулю 2 «Управление ресурсом», четвертая контрольная работа – по модулю 2 «Пути повышения ресурса на этапах проектирования, производства и эксплуатации двигателя».
- Защита отчётов по лабораторным работам. Всего предусмотрено 10 отчётов по лабораторным работам внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 6 работ; модуль 2 – 4 работы).

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в указанных ниже формах.

- Рубежная контрольная работа (модуль 1, модуль 2).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

1. Основные характеристики надежности ГТД.

2. Нагружение деталей ГТД и процессы повреждения материалов.

Модуль 2

1. Управление ресурсом

2. Пути повышения ресурса на этапах проектирования, производства и эксплуатации двигателя .

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Дифференцированный зачёт.

Зачёт по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (разрабатывается отдельным документом).

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и промежуточного контроля, при выполнении всех лабораторных работ, при защите всех тем, предусмотренных для самостоятельной работы студентов с учётом результатов рубежного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания к лабораторным работам, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ТКР	ЛР	РК	Диф. зачет
Усвоенные знания				
3.1 типовые конструктивные и технологические решения, обеспечивающие надежность и ресурс двигателей;	+		+	+
3.2 этапы проектирования двигателя;	+		+	+
3.3 требования при разработке конструкторской документации деталей и узлов газотурбинных двигателей;	+		+	+
3.4 методы и алгоритмы разработки, эксперимента и испытаний деталей и узлов газотурбинных двигателей;	+		+	+
3.5 основы проектирования технологических процессов производства деталей и узлов газотурбинных двигателей;	+		+	+
3.6 теоретические основы расчета надежности и ресурса деталей и узлов газотурбинных двигателей;	+		+	+
3.7 основные технологические операции обработки заготовок деталей и узлов газотурбинных двигателей;	+		+	+
Освоенные умения				
У.1 эффективно использовать методы обеспечения ресурса и надежности двигателей при их проектировании, производстве и эксплуатации;;		+		
У.2 применять при проектировании методы обеспечения эксплуатационной технологичности авиационных двигателей и энергетических установок;		+		
У.3 оценивать влияние степени метрологической точности на ресурс и надежность деталей и узлов газотурбинных двигателей;		+		
У.4 определять оптимальные параметры технологической обработки заготовки;		+		
У.5 оценивать влияние выбранных параметров технологической обработки детали на ее ресурс и надежность.;		+		

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

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p>Б1.ДВ.06.2 Ресурсное проектирование авиационных двигателей и энергетических установок</p>	<p>БЛОК 1. Дисциплины (модули)</p>	
<p>(индекс и полное название дисциплины)</p>	<p>(цикл дисциплины)</p>	
<p>24.05.02</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>базовая часть цикла вариативная часть цикла</p>
<p>(код направления подготовки / специальности)</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>обязательная по выбору студента</p>
<p><i>АРД / АД</i></p>	<p>Уровень подготовки</p>	<input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр
<p>(аббревиатура направления / специальности)</p>	<p>Форма обучения</p>	<input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
<p>2017</p>	<p>Семестр(ы): 10</p>	<p>Количество групп 1</p>
<p>(год утверждения учебного плана ОПОП)</p>	<p>Количество студентов 30</p>	
<p><u>Григорьев А.А.</u> (фамилия, инициалы преподавателя)</p>	<p><u>доцент</u> (должность)</p>	
<p><u>Аэрокосмический</u> (факультет)</p>	<p><u>тел. 2391361</u> (контактная информация)</p>	
<p><u>АД</u> (кафедра)</p>		

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электрон- ных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Нихамкин М.А. Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях: Учеб. пособие.. Изд-во ПНИПУ, 2011, – 96 с.	5+ЭБ
2	Нихамкин М.А. Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения: Учеб. пособие. Изд-во ПНИПУ, 2011, – 104 с.	5+ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Учебник. т.1-5. М., Машиностроение, 2008, – 201 с.	Т.1 – 40 Т.2 – 40 Т.3 – 41 Т.4 – 39 Т.5 – 41
2	В.Г. Августинович. Математическое моделирование авиационных двигателей : учебное пособие. Изд-во ПГТУ, 2008, – 99 с.	50+ЭБ
3	Основы технологии создания газотурбинных двигателей для магистральных самолетов/ Братухин А.Г., Решетников Ю.Е., Иноземцев А.А и др./ред. А.Г. Братухина. – М.: Авиатехинформ, 1999. – 553 с	5
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника», - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. Политехн. ун-та. – Свидетельство ПИ № ФС77-56516 от 26 декабря 2013 года. - Еже-квартальное.	
2.3 Нормативно-технические издания		
Не предусмотрены		
2.4 Официальные издания		
Не предусмотрены		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	ScienceDirect: Engineering [Electronicresource :полнотекстоваябазаданных: электрон. науч. журн. и книг на англ. и нем. яз.]/ Elsevier/- Amsterdam, 1995-. – Режим доступа: http://www.sciencedirect.com/ .-Загл. с экрана.	
2	Scopus: [Electronicresource :реф.-библиограф. и наукометр. (библио-метр.)базаданныхна англ. и нем. яз.]/Elsevier. - Amsterdam, 1960-. – Режим доступа: http://www.scopus.com/ .-Загл. с экрана.	
3	Springer [Electronicresource :полнотекстоваябазаданных: электрон. журн., книги, изображения, протоколы исследований на англ. и нем. яз.]/ SpringerScience+BusinessMedia.–Berlin [etal.] :Springer, 1830-2014.	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электрон- ных изданий
1	2	3
– Режим доступа: http://link.springer.com/ . Загл. с экрана.		

Основные данные об обеспеченности на 4.07.2017
(дата составления рабочей программы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
(дата контроля литературы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены.

8.3.2 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Курс лекций (компьютерная презентация)
		+		Лабораторные работы (компьютерная презентация)

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

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Специализированная аудитория	ОАО «Авиадвигатель»	Учебный центр	60	50
2	Лаборатория прочности материалов	Кафедра АД	09 корпус Г	30	15
3	Класс конструкции	Кафедра АД	015 корпус Г	30	15
4	Комплексная лаборатория	Кафедра АД	109, корпус Г	30	20

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры	15	Оперативное управление	203 корпус Г
2	Резонансная машина для	1	Оперативное управление	09

	усталостных испытаний образцов из металла и композиционных материалов			корпус Г
3	Планшеты с продольными разрезами и учебные макет-разрезы турбостартера ТС-20А, авиационных двигателей АМ-3, Д-20П, Д-30П с узлами компрессора.	7	Оперативное управление	015 корпус Г
4	Наглядные пособия-планшеты с продольными разрезами и учебные разрезы авиационных двигателей: ВК-1, АИ-20, ТВ2-117. Учебные разрезы турбокомпрессора ТК-19, газотурбинного стартера С-300, турбостартера ТКС-48 с обеспечивающими агрегатами.	10	Оперативное управление	109 корпус Г

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		