



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

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
кафедра «Авиационных двигателей»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

21 / 08

2015 г.

Блок дисциплин

«Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основная образовательная программа подготовки специалистов

Направление (*специальность*) 160700.65 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

Специализация специалиста

«Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»

Квалификация (степень) выпускника:

специалист

Специальное звание выпускника:**

инженер

Выпускающая кафедра:

«Авиационные двигатели»

Форма обучения:

очная

Курс: 5.

Семестр(-ы): 9,10

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

16/8 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

576/288 ч

Виды контроля:

Экзамен: 10 семестр Зачёт: 9 семестр Курсовой проект: 10 семестр Курсовая работа: -

Пермь, 2015

Учебно методический комплекс дисциплины «Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации 23 декабря 2010 г. номер приказа «2023» по специальности 160700.65 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»;
- компетентностной модели выпускника ООП по специальности 160700.65 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», по специализации «Проектирование авиационных двигателей», утверждённой «24» июня 2013г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по специальности 160700.65, утвержденного 29 августа 2011 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Теория, расчёт и основы регулирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Технология производства авиационных и ракетных двигателей», «Теория и расчёт лопаточных машин», «Системы автоматизированного проектирования», «Детали машин и основы конструирования», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

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



(подпись)

М.Ш.Нихамкин

Рецензент

(учёная степень, звание)



(подпись)

В.П. Матюнин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Авиационные двигатели» «02» 06 2015 г., протокол № 22

Заведующий кафедрой «Авиационные двигатели», ведущей дисциплину

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



(подпись)

А.А.Иноземцев

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией

аэрокосмического факультета «26» 06 2015 г., протокол № 18.

Председатель учебно-методической комиссии
аэрокосмического факультета

(учёная степень, звание)



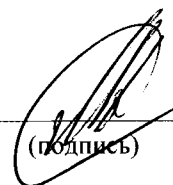
(подпись)

В.П. Матюнин

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей
кафедрой «Авиационные двигатели»

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



(подпись)

А.А. Иноземцев

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доц.

(учёная степень, звание)



(подпись)

Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка студента к решению задач, связанных с расчетом, проектированием, исследованием и производством авиационных двигателей и энергетических установок.

В процессе изучения данной дисциплины студент формирует следующие профессиональные и профессионально-ориентированные компетенции:

– Способность создавать и редактировать тексты профессионального назначения в области авиадвигателестроения (ОК-20);

– Способность на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований. (ПК-1);

– Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-10).

- Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагрузки, теплового состояния и характеристик авиационных двигателей, их узлов и элементов (ПСК-1).

- Способность выполнять прочностные расчёты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов авиационных двигателей (ПСК-2).

- Способность составлять описания принципов действия и устройства авиационных двигателей, их узлов и элементов (ПСК-3).

- Способность выбирать основные и вспомогательные материалы, используемые при изготовлении авиационных двигателей, их узлов и элементов (ПСК-7).

- Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты проектируемых деталей и узлов авиационных двигателей с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий (ПСК-15).

1.2 Задачи учебной дисциплины

• *изучение принципов конструирования основных узлов авиационных газотурбинных двигателей, требований нормативных документов;*

• *изучение типовых конструкций основных узлов авиационных газотурбинных двигателей и передового опыта их конструирования;*

• *изучение нагрузки основных узлов и деталей авиационных газотурбинных двигателей;*

• *изучение закономерностей напряженного состояния лопаток и дисков авиационных газотурбинных двигателей;*

• *изучение закономерностей вибраций лопаток и дисков авиационных газотурбинных двигателей;*

• *изучение закономерностей вибраций роторов авиационных газотурбинных двигателей;*

• *изучение принципов выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей*

- **формирование умения** использовать знания механики жидкости и газа для анализа процессов, протекающих в реактивных двигателях;
- **формирование умения** использовать натурную технику для объяснения принципа функционирования авиационных двигателей и их узлов, особенностей конструктивных решений;
- **формирование умения** анализировать и оценивать конструкторские решения, связанные с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности;
- **формирование умения** читать чертежи узлов и деталей авиадвигателей, находить в информационных источниках и критически анализировать технические решения по конструкции деталей и узлов двигателей, самостоятельно оформлять эскизы и чертежи отдельных деталей и узлов двигателей;
- **формирование навыков** устного и письменного изложения, редактирования профессиональных текстов в области авиадвигателестроения;
- **формирование навыков** конструирования узлов и элементов деталей и узлов двигателей, выбора материалов, самостоятельной разработки технической документации .
- **формирование навыков** анализа и расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей, прочностных расчетов
- **формирование навыков** использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- конструкция узлов и деталей газотурбинных двигателей;
- методы оценки нагруженности деталей газотурбинных двигателей;
- методы обеспечения статической прочности и циклического ресурса деталей газотурбинных двигателей;
- методы исследования вибраций и обеспечения динамической прочности деталей и узлов газотурбинных двигателей;

1.4 Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок» относится к блоку дисциплин «Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок» базовой части цикла профессиональных дисциплин учебного плана и является обязательной дисциплиной при освоении ООП по специальности «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование авиационных двигателей».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- научную и техническую терминологию в области авиадвигателестроения;
- Критерии оценки качества научных и технических решений в области конструирования деталей и узлов авиадвигателей
- Пути решения проблем, связанных с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности.
- Состав и правила разработки проектной и технической документации деталей и узлов двигателей.
- Нормативные материалы по разработке конструкций деталей и узлов авиадвигателей
- Методы анализа нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей на различных режимах работы двигателя и полета летательного аппарата.
- Методы расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей.
- Методы прочностных расчетов узлов и элементов авиационных двигателей.
- Критерии статической и динамической прочности основных деталей авиационных двигателей;
- Методы экспериментальной проверки статической и динамической прочности основных деталей авиационных двигателей;
- Типовые конструкции основных деталей и узлов авиационных двигателей;
- Требования к материалам деталей авиационных двигателей
- Принципы выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей
- Требования к конструкции деталей авиационных двигателей
- Передовой опыт разработки авиационных двигателей
- Передовой опыт использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей

Уметь:

- формулировать профессиональным языком проблемы в области авиадвигателестроения, пути их решения
- Самостоятельно анализировать и оценивать конструкторские решения, связанные с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности.
- Читать чертежи узлов и деталей авиадвигателей,
- Находить в информационных источниках и критически анализировать технические решения по конструкции деталей и узлов двигателей
- Самостоятельно оформлять эскизы и чертежи отдельных деталей и узлов двигателей
- Применять методы расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при обеспечении их статической и динамической прочности.
- Применять методы прочностных расчетов узлов и элементов авиационных двигателей при обеспечении их статической и динамической прочности.
- Анализировать конструкторские решения деталей и узлов авиационных двигателей с точки зрения их надежности, ресурса;
- Обосновывать выбор материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей с точки зрения надежности двигателя, технологич-

ности и себестоимости изготовления

- Обосновывать выбор конструктивных решений, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей, с точки зрения надежности двигателя, технологичности и себестоимости изготовления

Владеть:

- навыками устного и письменного изложения, редактирования профессиональных текстов в области авиадвигателестроения;
- навыками организации своего труда в области проектирования двигателей.
- навыками самостоятельной работы в области проектирования двигателей.
- практическими навыками самостоятельной разработки технической документации деталей и узлов двигателей.
- Практическими навыками анализа и расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при их проектировании.
- Практическими навыками прочностных расчетов деталей и узлов авиационных двигателей при их проектировании.
- Практическими навыками конструирования узлов и элементов авиационных двигателей.
- Практическими навыками выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей
- Практическими навыками использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей

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 (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
ОК-20	Способность создавать и редактировать тексты профессионального назначения	Теория и расчёт лопаточных машин	
		Теория, расчёт и основы регулирования авиационных двигателей и энергетических установок	
		Технология производства авиационных и ракетных двигателей	

Профессиональные компетенции			
ПК-1	Способность на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	Теория и расчёт лопаточных машин	
		Теория, расчёт и основы регулирования авиационных двигателей и энергетических установок	
ПК-10	Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы отдельных деталей и узлов двигателей.	Начертательная геометрия	
		Инженерная графика	
		Системы автоматизированного проектирования	
		Детали машин и основы конструирования	
		Метрология, стандартизация и сертификация	
	Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок		
Профильно-специализированные компетенции			
ПСК-1	Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, теплового состояния и характеристик авиационных двигателей, их узлов и элементов;	Прикладная газовая динамика	
		Автоматизация проектирования авиационных и ракетных двигателей	
		Теория и расчёт лопаточных машин	
		Теория, расчёт и основы регулирования авиационных двигателей и энергетических установок	
		Инженерно-вычислительные технологии	
		Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок	
			Преддипломная практика
ПСК-2	Способность выполнять прочностные расчёты и осуществлять конструирование деталей и узлов авиационных двигателей;	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок	

		Инженерно-вычислительные технологии	
		Прочность конструкций	
		Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок	
		Конструкторская практика	
			Преддипломная практика
ПСК-3	Способность составлять описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей;	Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок	
		Конструкторская практика	
			Преддипломная практика
		Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок	
		Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок	
ПСК-7	Способность выбирать материалы, используемые при изготовлении деталей авиационных двигателей;	Технология изготовления деталей и сборка авиационных двигателей и энергетических установок	
		Учебная практика	
		Производственная практика	
ПСК-15	Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты проектируемых деталей и узлов авиационных двигателей с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий.	Теория и расчёт лопаточных машин	
		Проектирование узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок	
		Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок	
		Конструкторская практика	

2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций (согласно п. 1.1).

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОК-20

Код ОК-20	Формулировка компетенции Способность создавать и редактировать тексты профессионального назначения;
------------------	---

Код ОК-20	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность создавать и редактировать тексты профессионального назначения в области авиадвигателестроения;
------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: - научную и техническую терминологию в области авиадвигателестроения;	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля. Вопросы к экзамену</i>
Умеет: – формулировать профессиональным языком проблемы в области авиадвигателестроения, пути их решения	<i>Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ</i>
Владеет: – навыками устного и письменного изложения, редактирования профессиональных текстов в области авиадвигателестроения;	<i>Самостоятельная работа по выполнению курсового проекта.</i>	<i>Защита курсового проекта.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции Способность на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований.
-----------------	---

Код ПК-1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность организовать свой труд, оценивать результаты своей деятельности, владение навыками самостоятельной работы в области проектирования двигателей
-----------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
----------------------	---------------------	-----------------

Знает: - Критерии оценки качества научных и технических решений в области конструирования деталей и узлов авиадвигателей - Пути решения проблем, связанных с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности.	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Вопросы к экзамену Практические задания к контрольным работам.</i>
Умеет: – Самостоятельно анализировать и оценивать конструкторские решения, связанные с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности.	<i>Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, лабораторным работам)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – навыками организации своего труда в области проектирования двигателей. – навыками самостоятельной работы в области проектирования двигателей.	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-10

Код ПК-10	Формулировка компетенции Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
------------------	---

Код ПК-10	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы отдельных деталей и узлов двигателей.
------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: - Состав и правила разработки проектной и технической документации деталей и узлов двигателей. - Нормативные материалы по разработке конструкций деталей и узлов авиадвигателей	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Практические задания к контрольным работам.</i>
Умеет: - Читать чертежи узлов и деталей авиадвигателей, - Находить в информационных источниках и критически анализировать технические решения по конструкции деталей и узлов двигателей - Самостоятельно оформлять эскизы и чертежи отдельных деталей и узлов двигателей	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, ЛР)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – практическими навыками самостоятельной разработки технической документации деталей и узлов двигателей.	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

2.4 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1.1

Код ПСК-1.1	Формулировка компетенции Способность выполнять расчёты параметров рабочего процесса, нагруженности, теплового состояния и характеристик авиационных двигателей, их узлов и элементов;
--------------------	---

Код ПСК-1.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность выполнять расчёты нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей.
--------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – Методы анализа нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей на различных режимах работы двигателя и полета летательного аппарата. - Методы расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей.	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Практические задания к контрольным работам.</i>
Умеет: – Применять методы расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при обеспечении их статической и динамической прочности.	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, ЛР)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – Практическими навыками анализа и расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при их проектировании.	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

2.5 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1.2

Код ПСК-1.2	Формулировка компетенции Способность выполнять прочностные расчёты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов авиационных двигателей;
--------------------	--

Код ПСК-1.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность выполнять прочностные расчёты и осуществлять конструирование деталей и узлов авиационных двигателей;
--------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – Методы прочностных расчетов узлов и элементов авиационных двигателей. - Критерии статической и динамической прочности основных деталей авиационных двигателей; - Методы экспериментальной проверки статической и динамической прочности основных	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Практические задания к контрольным работам.</i>

деталей авиационных двигателей; - Типовые конструкции основных деталей и узлов авиационных двигателей;		
Умеет: – Применять методы прочностных расчетов узлов и элементов авиационных двигателей при обеспечении их статической и динамической прочности. - Анализировать конструкторские решения деталей и узлов авиационных двигателей с точки зрения их надежности, ресурса;	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, ЛР)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – Практическими навыками прочностных расчетов деталей и узлов авиационных двигателей при их проектировании. - Практическими навыками конструирования узлов и элементов авиационных двигателей.	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

2.5 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1.3

Код ПСК-1.3	Формулировка компетенции Способность составлять описания принципов действия и устройства авиационных двигателей, их узлов и элементов;
Код ПСК-1.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность составлять описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей;

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – Принципы описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей, их взаимодействия при работе конструкции	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Практические задания к контрольным работам.</i>
Умеет: – Формулировать требования к конструкции узлов и элементов авиационных двигателей, - Формулировать и анализировать конструктивные решения	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, ЛР)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – Практическими навыками описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей.	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

2.6 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1.7

Код ПСК-1.7	Формулировка компетенции Способность выбирать основные и вспомогательные материалы, используемые при изготовлении авиационных двигателей, их узлов и элементов;
--------------------	---

Код ПСК-1.7	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность выбирать материалы, используемые при изготовлении деталей авиационных двигателей;
--------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – Требования к материалам деталей авиационных двигателей - Принципы выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Практические задания к контрольным работам.</i>
Умеет: - Обосновывать выбор материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей с точки зрения надежности двигателя, технологичности и себестоимости изготовления	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, ЛР)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – Практическими навыками выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

2.7 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-1.15

Код ПСК-1.15	Формулировка компетенции Способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты проектируемых деталей и узлов авиационных двигателей с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий.
---------------------	--

Код ПСК-1.15	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность разрабатывать конструкцию деталей и узлов авиационных двигателей с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий;
---------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – Требования к конструкции деталей авиационных двигателей - Передовой опыт разработки авиационных двигателей	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического ма-</i>	<i>Практические задания к контрольным работам.</i>

- Передовой опыт использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей	<i>материала.</i>	
Умеет: - Обосновывать выбор конструктивных решений, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей, с точки зрения надежности двигателя, технологичности и себестоимости изготовления	<i>Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, ЛР)</i>	<i>Отчет по ЛР Защита лабораторных работ.</i>
Владеет: – Практическими навыками использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей	<i>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену, защите курсового проекта.</i>	<i>Задачи к экзамену, защита курсового проекта.</i>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		9 семестр	10 семестр	всего
1	Аудиторная работа	36	72	102
	- в том числе в интерактивной форме			
	- лекции (Л)	16	24	40
	- в том числе в интерактивной форме			
	- лабораторные работы (ЛР)	16	44	62
	- в том числе в интерактивной форме			
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	4	6
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	108	144
	- курсовой проект		36	36
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным работам)	8	18	26
	- изучение теоретического материала	9	18	27
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	9	72	81
	- другие виды самостоятельной работы (подготовка к зачету)	10		10
4	Итоговая аттестация по дисциплине:	зачет	36 экзамен	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	72	212	288
	в зачётных единицах (ЗЕ)	2	6	8

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного моду- ля	Номер разде- ла дис- ципли- ны	Номер темы дисци- плины	Количество часов (очная форма обучения)						Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа				КСР	итого- вая ат- теста- ция		само- стоя- тель- ная рабо- та
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	1	Введение	2	2					2/0,05	
		1	8	4		4		6	14/0,39	
		2	8	4		4		6	14/0,39	
	Всего по модулю:	18	10		8	1		12	31/0,83	
2	2	3	6	2		4		6	12/0,33	
		4	3	1		2		6	9/0,25	
		5	4	2		2		6	10/0,28	
		6	3	1		2		6	9/0,25	
	Всего по модулю:	16	6		10	1		24	41/1,14	
3	3	7	12	6		6		24	36/1	
		8	14	6		8		24	38/1,06	
	Всего по модулю:	26	12		12	2		48	76/2,11	
4	4	9	22	6		16		24	46/1,28	
		10	16	4		14		24	40/1,11	
		11	4	2		2		12	16/0,44	
	Всего по модулю:	42	12		32	2		60	104/2,89	
Итоговая аттестация								36	36/1	
Итого:			102	40		62	6	36	144	288/8

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Конструкция компрессоров и турбин ГТД.

Раздел 1. Конструкция компрессоров и турбин ГТД.

Л – 10 ч, ЛР – 8 ч, КСР - 1 ч. СРС – 12 ч.

Введение.

Тема 1. Конструкция компрессоров ГТД

Основные требования к конструкции компрессоров и проблемы, решаемые при их проектировании. Конструктивные схемы и классификация компрессоров.

Роторы осевого компрессора: назначение, требования, условия работы и нагружения. Расположение роторов компрессоров относительно опор. Типы роторов компрессоров. Соединение элементов в роторах, центрирование, передача крутящего момента. Сварные роторы. Роторы одноступенчатых вентиляторов.

Рабочие лопатки: условия работы и действующие нагрузки, основные требования, основные элементы лопаток и их функциональное назначение, способы крепления к дискам (барабанам) роторов, конструкция хвостовиков, фиксация лопаток от продольных перемещений, бандажирование лопаток. Лопатки вентиляторов: особенности конструкции, крепление к дискам, способы обеспечения жесткости сплошных и полых лопаток.

Материалы, применяемые для основных элементов конструкции роторов: дисков (барабанов), лопаток, валов.

Корпусы компрессоров: назначение, условия работы и нагружения, основные требования к ним. Конструкции корпусов и способы их изготовления. Корпусы опор ротора и способы передачи усилий, возникающих на опорах. Особенности конструкции корпусов одноступенчатых вентиляторов. Противообледенительные и противопожарные устройства в осевых компрессорах.

Конструкция направляющих аппаратов, их крепление к корпусу. Нагрузки, действующие на направляющие лопатки. Особенности конструкции входных направляющих аппаратов и спрямляющих аппаратов последних ступеней.

Материалы, применяемые для элементов конструкции корпусов и направляющих аппаратов. Перспективные материалы и технологии в изготовлении корпусов.

Тема 2. Конструкция турбин ГТД.

Основные требования к конструкции турбин и проблемы, решаемые при их проектировании. Конструктивные схемы и классификация газовых турбин.

Роторы турбин: назначение, требования, условия работы и нагружения, типы роторов, расположение относительно опор. Основные способы соединения дисков с валом и дисков с дисками в роторах турбин. Диски рабочих колес, основные элементы, их функциональное назначение, конструктивное исполнение. Рабочие лопатки: условия работы и действующие нагрузки, основные требования, основные элементы лопаток и их функциональное назначение, способы крепления к дискам, конструкция хвостовиков, фиксация от продольных перемещений. Бандажирование лопаток, назначение, конструктивное исполнение бандажных полок.

Корпуса турбин: назначение, условия работы и нагружения, основные требования к ним. Конструкция корпусов. Соединение основных частей корпусов между собой и с другими элементами конструкции. Корпуса опор роторов и способы передачи усилий, возникающих на опорах. Сопловые аппараты турбин, их крепление к корпусам. Условия работы и нагружения сопловых лопаток, конструкция сопловых лопаток первых и последующих ступеней турбины.

Тепловое состояние элементов турбин. Температурное поле в поперечном сечении высокотемпературных охлаждаемых лопаток. Поля температур в лопатках и дисках на стационарных и нестационарных режимах работы двигателя. Охлаждение элементов турбин. Принципы организации систем охлаждения турбин. Требования к охлаждающему воздуху. Расход воздуха на охлаждение, его оптимизация. Подвод охлаждающего воздуха к элементам ротора и статора. Основные способы охлаждения лопаток. Способы формирования внутренних полостей и каналов в лопатках, вывод охлаждающего воздуха в проточную часть. Теплозащитные покрытия лопаток.

Материалы, применяемые для изготовления основных элементов турбин.

Модуль 2. Конструкция узлов ГТД.

Раздел 2. Конструкция узлов ГТД.

Л – 6 ч, ЛР – 10 ч, КСР – 1 ч. СРС – 12 ч.

Тема 3. Конструкция камер сгорания ГТД.

Основные требования к конструкции основных камер сгорания ГТД и проблемы решаемые при их проектировании. Классификация камер сгорания по конструкции, направлению движения газов, способу подачи топлива, числу зон горения. Особенности рабочего процесса в камерах, обуславливающие ее конструкцию. Основные элементы конструкции камер сгорания, условия их работы и характер нагружения. Основные направления развития конструкции камер сгорания Пути снижения выброса вредных веществ.

Основные элементы камер сгорания: диффузоры, стабилизаторы горения, жаровые трубы, корпусов. Топливные форсунки. Системы розжига камер сгорания. Материалы, применяемые для основных элементов конструкции камер сгорания. Перспективные жаростойкие материалы для жаровых труб.

Охлаждение элементов камер сгорания. Дефекты камер сгорания, обусловленные недостатками конструкции.

Тема 4. Конструкция форсажных камер.

Назначение ФК. Основные требования к конструкции форсажных камер сгорания. Условия их работы и характер нагружения. Основные элементы форсажных камер: диффузоры, корпуса, системы стабилизации фронта пламени, системы подачи топлива в ФК. Охлаждение элементов ФК. Перспективы развития конструкции форсажных камер сгорания. Материалы для форсажных камер сгорания.

Тема 5. Конструкция выходных устройств.

Назначение ВУ. Типы реактивных сопел: дозвуковые и сверхзвуковые, регулируемые и нерегулируемые. Конструкция нерегулируемых дозвуковых реактивных сопел. Конструкция и крепление обтекателей. Конструкция и крепление смесителей. Конструкция регулируемых сверхзвуковых сопел. Материалы, применяемые для сопел. Перспективы применения композиционных материалов для сопел.

Устройства для реверса тяги, назначение и требования, предъявляемые к ним. Конструкция реверсивных устройств, расположенных до реактивного сопла и за ним. Условия их работы и нагружения. Механизм управления створками реверсивного устройства.

Выходные устройства наземных газотурбинных установок.

Тема 6. Опоры роторов. Системы смазки

Назначение опор роторов. Основные требования к опорам. Классификация опор ГТД. Основные элементы опор.

Условия работы подшипников. Требования, предъявляемые к ним. Типы подшипников, применяемые в ГТД. Радиально-упорные шариковые подшипники. Конструктивное исполнение. Радиальные роликовые подшипники. Конструктивное исполнение. Специальные подшипники ГТД. Сепараторы подшипников качения. Обеспечение соосности сепаратора.

Посадка подшипников на вал и в корпус. Смазка и охлаждение подшипников. Применяемые масла. Понятие о расчете теплового режима подшипников. Оценка потребного циркуляционного расхода масла.

Уплотнение масляных полостей.

Системы смазки ГТД. Требования. Типы систем смазки. Основные элементы систем смазки, их назначение.

Модуль 3. Статическая прочность элементов ГТД

Раздел 3. Статическая прочность элементов ГТД

Л – 12 ч, ЛР – 12 ч, КСР -2 ч. СРС – 48 ч.

Тема 7. Статическая прочность рабочих лопаток компрессоров и турбин

Расчетные схемы лопаток, нагрузки и условия работы. Модели поведения материала. Модели напряженного состояния.

Расчет лопатки на статическую прочность на основе стержневой модели. Основные допущения. Напряжения растяжения от центробежных сил. Факторы, влияющие на напряжения растяжения. Изгибающие моменты и напряжения изгиба от газодинамических сил, их распределение по сечению лопатки и по радиусу. Факторы, влияющие на напряжения изгиба от центробежных сил. Компенсация изгибающих моментов от газодинамических сил изгибающими моментами центробежных сил. Изгибающие моменты и напряжения изгиба от центробежных сил, их распределение по сечению и по радиусу. Изгибающие моменты, создаваемые центробежными силами, действующими на бандажную полку.

Суммарные напряжения от растяжения и изгиба, их изменение в зависимости от режима работы двигателя. Предельные напряжения. Запас статической прочности лопаток. Основы методики оценки циклической долговечности рабочих лопаток.

Особенности расчета неравномерно нагретых по сечению лопаток с учетом температурных напряжений. Особенности расчета лопаток вентилятора.

Расчет крепления лопаток замками «елочного» типа и «ласточкин хвост».

Тема 8. Статическая прочность дисков ГТД.

Расчетные схемы дисков, нагрузки и условия работы. Модели поведения материала. Модели напряженного состояния.

Система дифференциальных уравнений, описывающих осесимметричное плоско-напряженное состояние диска. Граничные условия. Решения в перемещениях и напряжениях, применение метода конечных разностей. Характер распределения компонент напряжений по радиусу диска. Влияние центрального отверстия на распределение напряжений.

Понятие о расчете дисков, находящихся в упруго-пластическом состоянии. Влияние пластических деформаций на напряженное состояние диска. Автофретирование дисков. Запас прочности по напряжениям (по местной прочности). Запас прочности дисков по разрушающей частоте вращения (по несущей способности). Расчет дисков по разрушающей частоте вращения (по несущей способности). Запас по циклической долговечности диска.

Понятие о расчете дисков методом конечных элементов. Постановка и пути решения задачи оптимального проектирования дисков.

Модуль 4. Колебания и динамическая прочность ГТД.

Раздел 4. Колебания и динамическая прочность ГТД.

Л – 12 ч, ЛР – 32 ч, КСР -2 ч. СРС – 60 ч.

Тема 9. Колебания и сопротивление разрушению от многоциклового усталости лопаток и дисков компрессоров и турбин.

Проблема обеспечения динамической прочности лопаток при проектировании и доводке авиационного ГТД.

Собственные и вынужденные колебания лопаток. Формы колебания лопаток. Частоты собственных колебаний лопаток. Определение низшей частоты собственных колебаний энергетическим методом (метод Релея). Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на частоты собственных колебаний.

Источники возбуждения колебаний лопаток. Частоты, амплитуды возбуждающих сил, факторы, влияющие на них. Вращающийся срыв, как источник возбуждения колебаний. Резонансные колебания рабочих лопаток, резонансные диаграммы. Отстройка от резонансных режимов.

Демпфирование колебаний лопаток. Способы уменьшения вибрационных напряжений в лопатках. Аэроупругость элементов ГТД. Автоколебания лопаток.

Экспериментальное исследование колебаний лопаток.

Сопротивление разрушению от многоциклового усталости лопаток, запас усталостной прочности.

Колебания дисков. Собственные формы колебаний, и собственные частоты колебаний дисков. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на собственные частоты и формы колебаний дисков. Стоячая и бегущая волна. Резонансная диаграмма.

Тема 10. Динамика роторов. Вибрации ГТД.

Критическая частота вращения ротора. Уравнения динамики одномассового ротора. Поступательные и угловые перемещения. Виды прецессии. Особенности несимметричных роторов. Влияние гироскопического момента.

Демпфирование колебаний ротора. Влияние податливости опор на критические частоты вращения ротора. Конструкция и принцип действия упруго-демпферных опор.

Ротор с распределенными параметрами. Особенности колебаний системы ротор-корпус.

Источники возмущающих сил и спектр вибрации.

Параметры вибрации и единицы измерения. Статистические характеристики вибрации. Измерение и нормирование вибрации.

Балансировка роторов.

Изменение вибрации под действием внешних и внутренних факторов.

Мониторинг вибрации двигателя. Вибродиагностика.

Тема 11. Прочность, устойчивость и колебания корпусов.

Расчетные схемы корпусов. Расчет напряжений в корпусах двигателя. Расчетные режимы. Общие и местные напряжения. Критерии прочности. Расчет напряжений в оболочках. Статические испытания корпусов газотурбинных двигателей (ГТД).

Понятие о расчетах оболочек на устойчивость.

Формы колебаний оболочек. Частоты собственных колебаний оболочек. Факторы, влияющие на частоту собственных колебаний. Источники возбуждения колебаний оболочек. Частоты возбуждающих сил. Резонансные колебания оболочек. Методы отстройки от опасных резонансных колебаний.

Расчет элементов подвески. Локализация разрушений.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
		<i>Не предусмотрены</i>

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	1	Изучение конструкции компрессоров ГТД.
2	2	Изучение конструкции турбин ГТД.
3	3	Изучение конструкции камер сгорания ГТД.
4	4	Изучение конструкции форсажных камер ГТД.
5	5	Изучение конструкции выходных и реверсивных устройств ГТД.
6	6	Изучение конструкции опор и систем смазки ГТД.
7	7	Расчетное исследование статического напряженного состояния рабочих лопаток.
8	8	Расчетное исследование статического напряженного состояния дисков ГТД. Расчет запаса по разрушающей частоте вращения.
9	9	Расчетное исследование колебаний рабочих лопаток ГТД. Построение резонансной диаграммы.
10	9	Экспериментальное исследование колебаний рабочих лопаток ГТД.
11	9	Экспериментальное исследование колебаний дисков ГТД.
12	10	Экспериментальное исследование критических режимов вращения ротора ГТД.
13	10	Экспериментальное исследование вибраций ГТД.
14	11	Комплексный анализ функционального назначения и силового нагружения элементов ГТД.

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
введение	<i>ИТМ,</i>	
1	<i>ПЛР, ПЗЛР</i>	6/0,17
2	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	6/0,17
3	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	6/0,17
4	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	6/0,17
5	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	6/0,17
6	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	6/0,17
7	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	24/0,67
8	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	24/0,67

9	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	24/0,67
10	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР</i>	24/0,67
11	<i>ИТМ, ПЛР, ПЗЛР, ПКП</i>	12/0,33
	Итого: в ч / в ЗЕ	144/4
<p><i>*Обозначения в таблице: ИТМ - изучение теоретического материала, ПЛР - подготовка к лабораторной работе, ПЗЛР - подготовка к защите лабораторной работы, ПКП – подготовка курсового проекта</i></p>		

4.5.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Конструкция центробежных компрессоров

Тема 2. Конструкция центростремительных турбин

Тема 3. Конструкция форсунок

Тема 4. Элементы конструкции форсажных камер

Тема 5. Конструкция и крепление обтекателей. Конструкция и крепление смесителей. Конструкция регулируемых сверхзвуковых сопел. Выходные устройства наземных газотурбинных установок.

Тема 6. Смазка и охлаждение подшипников

Тема 7. Расчет крепления лопаток замками «елочного» типа и «ласточкин хвост».

Тема 8. Понятие о расчете дисков методом конечных элементов. Постановка и пути решения задачи оптимального проектирования дисков.

Тема 9. Колебания дисков.

Тема 10. Балансировка роторов.

Тема 11. Понятие о расчетах оболочек на устойчивость. Расчет элементов подвески.

4.5.2 Курсовой проект

Цель курсового проекта овладение практическими навыками:

–устного и письменного изложения, редактирования профессиональных текстов в области авиадвигателестроения;

–организации своего труда в области проектирования двигателей.

–самостоятельной работы в области проектирования двигателей.

–самостоятельной разработки технической документации деталей и узлов двигателей.

–прочностных расчетов деталей и узлов авиационных двигателей при их проектировании.

- конструирования узлов и элементов авиационных двигателей.

--анализа и расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при их проектировании.

-- описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей.

-- использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей

-- выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей

Таблица 4.5 – Темы курсовых проектов

Темы курсовых проектов
Разработка компрессора низкого давления двухконтурного газотурбинного двигателя для пассажирского самолета
Разработка компрессора высокого давления двухконтурного газотурбинного двигателя для пассажирского самолета
Разработка турбины низкого давления двухконтурного газотурбинного двигателя для пассажирского самолета
Разработка турбины высокого давления двухконтурного газотурбинного двигателя для пассажирского самолета
Разработка компрессора низкого давления газотурбинного двигателя наземного применения
Разработка компрессора высокого давления газотурбинного двигателя наземного применения
Разработка турбины низкого давления газотурбинного двигателя наземного применения
Разработка турбины высокого давления газотурбинного двигателя наземного применения
Разработка турбины высокого давления газотурбинного двигателя наземного применения
Разработка силовой турбины газотурбинного двигателя наземного применения
Исследовательски проект (тематика определяется индивидуально)

Содержание курсового проекта:

- *анализ прототипов конструкции*
- *разработка конструктивной и силовой схем,*
- *разработка чертежа общего вида узла, дополнительных чертежей*
- *проведение прочностных расчетов и расчетов на колебания*

4.5.3. Реферат

Не предусмотрено

4.5.4. Расчетно-графические работы

Не предусмотрено

4.5.5. Индивидуальное задание

Не предусмотрено.

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. Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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.

Практические задания охватывают все модули содержания дисциплины и выполняются как в часы лабораторных занятий, так и часы самостоятельной работы. В часы лабораторных работ выполняются задания, непосредственно связанные с использованием макетов двигателей и компьютерного класса. В эти же часы проводятся необходимые обсуждения, и дискуссии по содержательной части работы. Большая часть лабораторных занятий 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 занятий, 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 Управление и контроль освоения компетенций

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;

выполнение практических заданий.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- *контрольные работы (модуль 1-3);*
- *защита отчетов по лабораторным работам (модуль 1-3);*

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) **Зачет**

9-й семестр.

2) **Экзамен**

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 освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					Зачёт и экзамен
	ТТ	РТ	КР	КП	ЛР	
Знает:						
- научную и техническую терминологию в области авиадвигателестроения;	+					+
- Критерии оценки качества научных и технических решений в области конструирования деталей и узлов авиадвигателей	+					+
- Пути решения проблем, связанных с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности.	+					+
- Состав и правила разработки проектной и технической документации деталей и узлов двигателей.	+					+
-Нормативные материалы по разработке конструкций деталей и узлов авиадвигателей	+					+
- Методы анализа нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей на различных режимах работы двигателя и полета	+					+

летательного аппарата.					
- Методы расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей.	+				+
- Методы прочностных расчетов узлов и элементов авиационных двигателей.	++				+
- Критерии статической и динамической прочности основных деталей авиационных двигателей;	+				+
- Методы экспериментальной проверки статической и динамической прочности основных деталей авиационных двигателей;	+				+
- Типовые конструкции основных деталей и узлов авиационных двигателей;	+				+
- Принципы описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей, их взаимодействия при работе конструкции	++				+
- Требования к материалам деталей авиационных двигателей	+				+
Принципы выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей					+
- Требования к конструкции деталей авиационных двигателей-					+
- Передовой опыт разработки авиационных двигателей					+
Передовой опыт использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей					+
Умеет:					+
- формулировать профессиональным языком проблемы в области авиадвигателестроения. пути их решения		+		+	+
- Самостоятельно анализировать и оценивать конструкторские решения, связанные с разработкой деталей и узлов авиадвигателей, обеспечением их прочности, надежности.		+		+	+
- Читать чертежи узлов и деталей авиадвигателей,		+		+	+
- Находить в информационных источниках и критически анализировать технические решения по конструкции деталей и узлов двигателей		+		+	+
- Самостоятельно оформлять эскизы и чертежи отдельных деталей и узлов двигателей		+		+	+

– Применять методы расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при обеспечении их статической и динамической прочности.		+		+		+
– Применять методы прочностных расчетов узлов и элементов авиационных двигателей при обеспечении их статической и динамической прочности.		+		+		+
- Анализировать конструкторские решения деталей и узлов авиационных двигателей с точки зрения их надежности, ресурса;		+		+		+
– Формулировать требования к конструкции узлов и элементов авиационных двигателей.		+		+		+
- Формулировать и анализировать конструктивные решения		+		+		+
- Обосновывать выбор материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей с точки зрения надежности двигателя, технологичности и себестоимости изготовления		+		+		+
- Обосновывать выбор конструктивных решений, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей, с точки зрения надежности двигателя, технологичности и себестоимости изготовления		+		+		+
Владеет:				+		+
– навыками устного и письменного изложения, редактирования профессиональных текстов в области авиадвигателестроения;				+	+	+
– навыками организации своего труда в области проектирования двигателей.				+	+	+
– навыками самостоятельной работы в области проектирования двигателей.				+	+	+
– практическими навыками самостоятельной разработки технической документации деталей и узлов двигателей.				+	+	+
– Практическими навыками анализа и расчетов нагруженности узлов и элементов авиационных двигателей при их проектировании.				+	+	+
– Практическими навыками прочностных расчетов деталей и узлов авиационных двигателей при их проектировании.				+	+	+
- Практическими навыками конструирования узлов и элементов авиационных двигателей.				+	+	+
– Практическими навыками описания устройства узлов и элементов авиационных двигателей.				+	+	+

– Практическими навыками выбора материалов, используемых при изготовлении деталей авиационных двигателей				+	+	+
– Практическими навыками использования средств автоматизированного проектирования при разработке авиационных двигателей				+	+	+

Примечание:

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

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

КП – курсовой проект (оценка умений и владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

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

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок

(индекс и полное название дисциплины)

Профессиональный

(цикл дисциплины)

базовая часть цикла

обязательная

вариативная часть цикла

по выбору студента

160700/65

(код направления подготовки / специальности)

**Проектирование авиационных и ракетных двигателей/
Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок**

(полное название направления подготовки / специальности)

АРД / АД

(аббревиатура направления / специальности)

Уровень подготовки: специалист
 бакалавр
 магистр

Форма обучения: очная
 заочная
 очно-заочная

2011

(год утверждения учебного плана ООП)

Семестр(-ы): 9, 10

Количество групп: 1

Количество студентов: 30

Нихамкин М.А.
(фамилия, инициалы преподавателя)

Аэрокосмический
(факультет)

Авиационные двигатели
(кафедра)

профессор
(должность)

тф.р. +7 (342) 239-13-61
(контактная информация)

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Иноземцев А.А., Нихамкин М.А., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Учебник. т.1-5. М., Машиностроение, 2008	40
2	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.	139
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Зрелов В.А. Отечественные газотурбинные двигатели. Основные параметры и конструктивные схемы: Учеб. пособие. М.: «Машиностроение», 2005, 336 с.	68
2	Конструкция и проектирование авиационных ГТД / Под общ ред. Д.В.Хромина. М., «Машиностроение», 1989, 456 с.	23
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	4
4	Нихамкин М.А., М.М.Зальцман М.М. Конструкция основных узлов авиационного двигателя ПС-90А. (2-е изд.) Учебное пособиеИзд-во Пермского гос. техн. ун-та. Пермь, 2002. 112 с.	141
5	Проектирование авиационных газотурбинных двигателей.: Учебник для вузов/ Под ред. А.М.Ахмедзянова. – Уфа.: Изд-во УАИ, 1987.-227с.М.: Машиностроение, 2000. – 454 с.	1
2.2 Периодические издания		
1	Известия вузов. Авиационная техника ПНИПУ- 2001-2015	
2	Авиационная промышленность ПНИПУ- 2006-2015	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Технические описания газотурбинных двигателей: АМ-3, Д-20П, Д-30П, Д-30КУ/КП, ВК-1, АИ-20А, ТВ2-117, ГТД-3Ф, ГТД-350, Д-25В, АЛ-31Ф, ГТД-550СА, Р11Ф-300, РУ-19.	По 3 экз. на кафедре
2.4 Официальные издания		

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

Основные данные об обеспеченности на 20.06.2015г

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

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

8.2 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	Лабораторные работы	STRONG	STRONG01	Прочностные расчеты ГТД

8.3 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 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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	Лаборатория конструкции авиационных двигателей	Кафедра АД	111, корпус Г	144	20
2	Лаборатория конструкции авиационных двигателей	Кафедра АД	015, корпус Г	40	-
3	Лаборатория конструкции авиационных двигателей	Кафедра АД	109, корпус Г	36	20
4	Лаборатория	Кафедра АД	211, корпус Г	72	20
5	Лаборатория САПР	Кафедра АД	203, корпус Г	144	30
6	Мультимедийная аудитория	Кафедра АД	201, корпус Г	72	40

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	Напорные макеты авиационных двигателей различных типов и их составных частей	17	Оперативное управление	109, 015, 211
2	Лабораторная установка «Экспериментальное исследование колебаний рабочих лопаток ГТД»	1	Оперативное управление	211
3	Лабораторная установка «Экспериментальное исследование колебаний дисков ГТД».	1	Оперативное управление	211
4	Лабораторная установка «Экспериментальное исследование критических режимов вращения ротора» ГТД.	1	Оперативное управление	211
5	Лабораторная установка «Экспериментальное исследование вибраций ГТД».	1	Оперативное управление	211

Лист регистрации изменений

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

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

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации 16 февраля 2017 г. номер приказа «141» по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»;

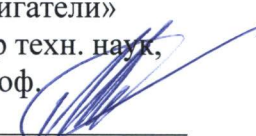
- компетентностной модели выпускника ОПОП 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов», профилю подготовки «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», утверждённой 24 июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов», профилю подготовки «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», утверждённого 3 апреля 2017 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Теория, расчёт и основы регулирования авиационных двигателей и энергетических установок», «Технология производства авиационных и ракетных двигателей», «Теория и расчёт лопаточных машин», «Системы автоматизированного проектирования», «Детали машин и основы конструирования», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Системы автоматизированного проектирования авиационных двигателей и энергетических установок», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Лист регистрации изменений

к РПД «Конструкция авиационных двигателей и энергетических установок» учебного плана ФГОС ВО
направление 160700.65 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	<p>содержание стр. 1 изложить в редакции, приведенной на стр. 1а.</p> <p>содержание стр. 2 (абзацы 1-5) изложить в редакции, приведенной на стр. 2а.</p> <p>Везде по тексту заменить коды компетенций: ПК-10 на ПК-2 ПСК -1 на ПСК-1.1 ПСК -3 на ПСК-1.3 ПСК -7 на ПСК-1.7 ПСК -15 на ПСК-1.15</p> <p>наименование раздела 1.4 «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции: «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы».</p> <p>наименование раздела 2 «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы».</p> <p>раздел 3 «Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы» дополнить новым абзацем следующего содержания: «Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 8 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.».</p> <p>в табл.3.1.: а) строку п.1 «Аудиторная работа» дополнить словами «(контактная работа)»; б) строку п.4 «Итоговая аттестация по дисциплине» изложить в следующей редакции: «Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:».</p> <p>в табл.4.1.: а) в строке п.1 «Количество часов (очная форма обучения)» дополнить словами «и виды занятий»; б) в столбце 9 заменить слово «аттестация» на «контроль»; в) в строке 4 заменить слово «Итоговая» на «Промежуточная».</p> <p>п. 4.5 «Виды самостоятельной работы студентов» считать п.5 с наименованием «Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины»</p> <p>После п.5 дополнить словами: «При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p>	<p>Протокол заседания кафедры № <u>25</u> «<u>20</u>» <u>06</u> 2017г. Зав.кафедрой «Авиационные двигатели» д-р техн. наук, проф. </p> <p>А.А. Иноземцев</p>

<p>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</p> <p>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</p> <p>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</p> <p>4. Изучение дисциплины осуществляется в течение двух семестров, график изучения дисциплины приводится п.7.</p> <p>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.»</p>	
<p>табл.4.3 «Виды самостоятельной работы студентов» считать табл.5.1</p>	
<p>п.4.5.1 «Изучение теоретического материала» считать п.5.1; п.4.5.2 «Курсовой проект (курсовая работа)» считать п.5.2; п.4.5.3 «Реферат» считать п.5.3; п.4.5.4 «Расчётно-графические работы» считать п.5.4; п.5 «Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций» считать п.5.5;</p>	
<p>наименование раздела 6 «Управление и контроль освоения компетенций» изложить в следующей редакции: «Фонд оценочных средств дисциплины».</p>	
<p>последний абзац п.6.3 дополнить словами «входят в состав РПД в виде приложения».</p>	
<p>наименование раздела 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине».</p>	
<p>заменить в тексте раздела 8.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - слова «Профессиональный цикл» на «Блок 1. Дисциплины (модули)»; - индекс дисциплины С3.Б.23.1 на Б1.Б.31; - код направления «160700.62» на «24.03.05»; - год утверждения учебного плана 2011 на 2016 	
<p>изменить название раздела «Список изданий» на «8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».</p>	
<p>внести в таблицу пункт 2.5 с наименованием «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины».</p>	
<p>дополнить п.2.5 таблицы строками: Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/. – Загл. с экрана. Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система :</p>	

	<p>полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/. – Загл. с экрана.</p> <p>Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.</p> <p>раздел 8.2 «Компьютерные обучающие и контролирующие программы» считать раздел 8.3 и наименование изложить в следующей редакции: «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине».</p> <p>после раздела 8.3 «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине» включить подраздел 8.3.1 «Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы»</p> <p>наименование раздела 9 изложить в следующей редакции: «Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине».</p>	
2		
3		
4		