



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

« 10 » « 06 » 2017 г.



**Рабочая программа дисциплины
«Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей»**


Направление подготовки	24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов
Научная специальность	05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов
Квалификация выпускника:	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающие кафедры:	Авиационные двигатели (АД) Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС)
Форма обучения:	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 4,5

Пермь 2017 г.


Рабочая программа дисциплины «Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 890 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 – Авиационная и ракетно-космическая техника.
- Общая характеристика образовательной программы.
- Паспорт научной специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года).

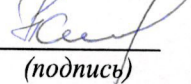
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры АД, протокол от «25» мая 2017 г. № 23.


Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  А.А. Иноземцев
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

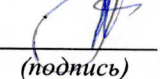
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МКМК, протокол от «17» мая 2017 г. № 15.

Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  А.Н. Аношкин
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры РКТЭС, протокол от «24» мая 2017 г. № 18.

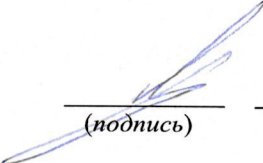
Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  М.И. Соколовский
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Разработчик программы д-р техн. наук, проф.  М.Ш. Нихамкин
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Руководитель программы д-р техн. наук, проф.  Р.В. Бульбович
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям

 В.П. Первадчук
(подпись) (инициалы, фамилия)

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

 Л.А. Свисткова
(подпись) (инициалы, фамилия)

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области авиационного и ракетного двигателестроения.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**
– изучение критических технологий в области авиационной техники;
- **формирование умений**
– формирование умения проводить самостоятельные исследования при разработке критических технологий в области авиационной техники;
- **формирование навыков**
– формирование навыков применения методов и средств разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при разработке критических технологий в области авиационной техники.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

– критические технологии в области авиационной техники

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.02 «Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

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

Знать:

– критические технологии в области авиационной техники.

Уметь:

– проводить самостоятельные исследования при разработке критических технологий в области авиационной техники.

Владеть:

– методами и средствами разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при разработке критических технологий в области авиационной техники.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код	Формулировка компетенции
ОПК-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-3.Б1.В.02	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при разработке критических технологий в области авиационной техники

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – критические технологии в области авиационной техники.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: – проводить самостоятельные исследования при разработке критических технологий в области авиационной техники.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: – методами и средствами разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при разработке критических технологий в области авиационной техники.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, час.		
		по семестрам		всего
		4 семестр	5 семестр	
1	Аудиторная работа	5	5	10
	В том числе			
	– лекции (Л)	5	–	5
	– практические занятия (ПЗ)	–	5	5
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1	2
3	Самостоятельная работа (СР)	66	66	132
4	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	–	–	–
5	Форма итогового контроля:	Зачет	Зачет	
6	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	72	72	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	2	2	4

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	1	1				11	12
	2	1	1				11	12
Всего по разделу:		2	2		0,4		22	24,4/0,68
2	3	1	1				11	12
	4	1	1				11	12
Всего по разделу:		2	2		0,4		22	24,4/0,68
3	5	1	1				22	23
Всего по разделу:		1	1		0,2		22	23,2/0,64
4	6	1		1			16	17
	7	1		1			17	18
Всего по разделу:		2		2	0,5		33	35,5/0,99
5	8	2		2			16	18
	9	1		1			17	18
Всего по разделу:		3		3	0,5		33	36,5/1,01
Промежуточная аттестация								
Итого:		10	5	5	2		132	144/4

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Современные тенденции совершенствования двигателей
(Л – 2 ч, СР – 22 ч)

Тема 1. Современные тенденции совершенствования параметров двигателей. Газотурбинные двигатели, экономичность, надежность, удельная масса, ресурс.

Тема 2. Направления и методы исследований в области совершенствования параметров двигателей. Газотурбинные двигатели, степень повышения давления, температура газа.

Раздел 2. Современные методы математического моделирования в двигателестроении

(Л – 2 ч, СР – 22 ч)

Тема 3. Методы математического моделирования аэродинамики турбомашин. Турбомшины, потери энергии, турбулентность.

Тема 4. Методы математического моделирования процессов в камерах сгорания. Камеры сгорания ГТД, распыление топлива, смешение, горение, теплообмен.

Раздел 3. Новые материалы

(Л – 1 ч, СР – 22 ч)

Тема 5 Композиционные материалы в двигателестроении. Стеклопластики, углепластики, металлокомпозиты.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

Раздел 4. Критические технологии создания вентиляторов и компрессоров

(Л – 2 ч, СР – 33 ч)

Тема 6. Критические технологии создания вентиляторов. Газотурбинный двигатель, вентилятор, рабочие лопатки вентилятора.

Тема 7. Критические технологии создания компрессоров. Газотурбинные двигатели, компрессор, рабочие лопатки, профилирование.

Раздел 5. Критические технологии создания турбин и камер сгорания

(Л – 3 ч, СР – 33 ч)

Тема 8. Критические технологии создания турбин. Турбины ГТД, охлаждение лопаток, теплозащитные покрытия.

Тема 9. Критические технологии создания камер сгорания. Камеры сгорания ГТД, смесители, жаровые трубы, охлаждение.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

При изучении данной дисциплины практические занятия не предусмотрены

4.5. Перечень тем семинарских занятий

Таблица 3

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	5	Критические технологии создания вентиляторов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	6	Критические технологии создания компрессоров	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

3	7	Критические технологии создания турбин	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	8	Критические технологии создания камер сгорания	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Газотурбинные двигатели для магистральных самолетов: экономичность, надежность, удельная масса, ресурс.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Направления повышения степени сжатия в компрессорах, увеличения двухконтурности, повышения, температура газа за камерой сгорания.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Методы и средства численного моделирования аэродинамики турбомашин.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Методы и средства моделирования процессов распыления топлива, смешения, горения, теплообмена в камерах сгорания.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Стеклопластики, углепластики, металлокомпозиты: применение в конструкции узлов двигателей	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Полые рабочие лопатки вентилятора.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Вибрации рабочих лопаток, автоколебания, устойчивость компрессора	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

8	8	Охлаждение лопаток турбин, теплозащитные покрытия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Камеры сгорания ГТД: совершенствование конструкций смесителей, жаровых трубы, охлаждения деталей.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

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

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.02 <i>Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей</i>	Блок 1 «Дисциплины (модули)» (цикл дисциплины/блок)								
(индекс и полное название дисциплины)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="width: 60%;">базовая часть цикла</td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="width: 20%;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td>вариативная часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td>по выбору аспиранта</td> </tr> </table>	x	базовая часть цикла	x	обязательная	x	вариативная часть цикла		по выбору аспиранта
x	базовая часть цикла	x	обязательная						
x	вариативная часть цикла		по выбору аспиранта						
24.06.01 05.07.05	Авиационная и ракетно-космическая техника / Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов								
код направления/ шифр научной специальности	(полные наименования направления подготовки / направленности программы)								
<u>2017</u> (год утверждения учебного плана)	Семестр(ы) <u>4,5</u>	Количество аспирантов <u>5</u>							
<u>Аэрокосмический</u> (факультет)	<u>тел. 8(342)239-13-61; ad@pstu.ru</u> (контактная информация)								
<u>АД</u> (кафедра)	<u>тел. 8(342)239-12-94; mkmk@pstu.ru</u> (контактная информация)								
<u>МКМК</u> (кафедра)	<u>тел. 8(342)239-12-33; rkt@pstu.ru</u> (контактная информация)								
<u>РКТЭС</u> (кафедра)									

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе: учебное пособие для вузов / Б. В. Обносов [и др.]; Под ред. В. А. Сорокина. – М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 303 с.	6
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учебник для вузов: в 5 т., Т. 1: Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. – М.: Машиностроение, 2008 – 200 с.	40
2	Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учебник для вузов: в 5 т., Т. 2: Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. – М.: Машиностроение, 2008 – 367 с.	40
3	Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учебник для вузов: в 5 т., Т. 3: Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла. – М.: Машиностроение, 2008 – 226 с.	41
4	Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учебник для вузов: в 5 т., Т. 4: Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. – М.: Машиностроение, 2008 – 191 с.	40
5	Иноземцев А.А., Нихамкин М.Ш., Сандрацкий В.Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учебник для вузов: в 5 т., Т. 5: Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок. – М.: Машиностроение, 2008 – 186 с.	41
6	Августинович В.Г. Математическое моделирование авиационных двигателей: учебное пособие. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 99 с.	49 + ЭБ ПНИПУ

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
7	Основы технологии создания газотурбинных двигателей для магистральных самолетов / Братухин А.Г., Решетников Ю.Е., Иноземцев А.А и др. / Под ред. А.Г. Братухина. – М.: Авиа-техинформ, 1999.-553 с.	5
2.2 Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
	Не предусмотрены	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных: электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных: электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource: полнотекстовая база данных: электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge: Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

6. ScienceDirect [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и кн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Scopus [Электронный ресурс]: [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.scopus.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8. Springer [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн., кн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Cham, 2016. – Режим доступа: <http://link.springer.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Авианортал - [http://www. http://air.myl.ru/](http://www.air.myl.ru/)
2. Официальный сайт ЦИАМ <http://www.ciam.ru/>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Самостоятельная работа	ANSYS	444632	Расчеты напряженного состояния
2	Самостоятельная работа	ANSYS CFX	444632	Расчеты течения газовых потоков

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

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	Лаборатория	Кафедра АД	111 к. Г	80	15

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п/п	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	Учебные модули-разрезы всех узлов ТРДД ПС-90А. Планшеты с продольными разрезами двигателя ПС-90А и его наземных модификаций.	1	Оперативное управление	111, корпус Г АКФ

2	Планшеты с продольными разрезами и учебные макет-разрезы турбостартера ТС-20А, авиационных двигателей АМ-3, Д-20П, Д-30П с узлами компрессора	1	Оперативное управление	015, корпус Г АКФ
---	---	---	------------------------	-------------------------

Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

» 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей»

Направление подготовки	24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов
Научная специальность	05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов
Квалификация выпускника:	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающие кафедры:	Авиационные двигатели (АД) Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС)
Форма обучения:	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 4, 5

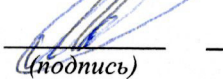
Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 890 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 – Авиационная и ракетно-космическая техника.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года).


ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры АД.

Протокол от «25» мая 2017 г. № 23.

Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  А.А. Иноземцев
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

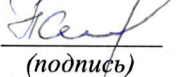
ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры МКМК.

Протокол от «17» мая 2017 г. № 15.


Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  А.Н. Аношкин
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры РКТЭС.

Протокол от «24» мая 2017 г. № 18.

Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  М.И. Соколовский
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Руководитель программы

д-р техн. наук, проф.  Р.В. Бульбович
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям

 В.П. Первадчук
(подпись) (инициалы, фамилия)

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

 Л.А. Свисткова
(подпись) (инициалы, фамилия)

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.02 «Критические технологии создания авиационных и ракетных двигателей» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

– способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций знать, уметь, владеть, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Зачет
Усвоенные знания				
З.1 критические технологии в области авиационной техники	С	С	С	С
Освоенные умения				
У.1 критические технологии в области авиационной техники	С	С	С	С
Приобретенные владения				
В.1 методами и средствами разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при разработке критических технологий в области авиационной техники	С	С	С	С

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
<i>Незачтено</i>	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4, 5 семестр) в устной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

Не предусмотрены

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Современные тенденции совершенствования экономичности двигателей.
2. Современные тенденции совершенствования надежности и ресурса двигателей.
3. Направления и методы исследований в области совершенствования степени повышения давления в компрессорах.
4. Направления и методы исследований в области повышения давления газа за камерой сгорания.
5. Направления и методы исследований в области обеспечения экологических характеристик.
6. Методы математического моделирования процессов горения и теплообмена в камерах сгорания.
7. Методы математического моделирования процессов распыления топлива и смешения в камерах сгорания.
8. Композиционные материалы в конструкции рабочих лопаток вентиляторов.
9. Композиционные материалы в конструкции корпусов и мотогондол.
10. Применение композиционных материалов в системах шумоглушения.
11. Критические технологии создания вентиляторов.
12. Вибрации лопаток вентиляторов.
13. Повреждение посторонними предметами лопаток вентиляторов.
14. Рабочие лопатки вентилятора.

15. Критические технологии создания компрессоров.
16. Блиски компрессоров.
17. Критические технологии создания турбин.
18. Демпфирование колебаний лопаток турбин.
19. Охлаждение лопаток турбин, теплозащитные покрытия.
20. Критические технологии создания камер сгорания.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Постановка задачи и методы численного моделирования повреждения лопаток при столкновении с птицами.
2. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования повреждения лопаток при столкновении с птицами.
3. Постановка задачи и методы численного моделирования статической прочности рабочих лопаток вентиляторов из композиционных материалов.
4. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования статической прочности рабочих лопаток вентиляторов из композиционных материалов.
5. Постановка задачи и методы численного моделирования вибраций рабочих лопаток вентиляторов из композиционных материалов.
6. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования вибраций рабочих лопаток вентиляторов из композиционных материалов.
7. Постановка задачи и методы численного моделирования обтекания лопаток компрессора.
8. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования обтекания лопаток компрессора.
9. Постановка задачи и методы численного моделирования обтекания лопаток турбин.
10. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования обтекания лопаток турбин.
11. Постановка задачи и методы численного моделирования вибраций лопаток турбин.
12. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования вибраций лопаток турбин.
13. Постановка задачи и методы численного моделирования автоколебаний лопаток компрессора.
14. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования автоколебаний лопаток компрессора.
15. Постановка задачи и методы численного моделирования процессов горения в камерах сгорания.
16. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования процессов горения в камерах сгорания.
17. Постановка задачи и методы численного моделирования процессов эмиссии вредных веществ в камерах сгорания.
18. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования процессов эмиссии вредных веществ в камерах сгорания.
19. Постановка задачи и методы численного моделирования процессов генерации шума в выходных устройствах.
20. Постановка задачи и методы экспериментального моделирования процессов генерации шума в выходных устройствах.

4.4 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Экзамен не предусмотрен

4.5 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

Экзамен не предусмотрен

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедрах «АД», «МКМК» и «РКТЭС».



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая
техника

Программа
Тепловые, электроракетные двигатели и
энергоустановки летательных аппаратов

Кафедра
«Авиационные двигатели»

Дисциплина
«Критические технологии создания
авиационных и ракетных двигателей»

БИЛЕТ № 1

1. Методы математического моделирования процессов горения и теплообмена в камерах сгорания (*контроль знаний*)
2. Постановка задачи и методы численного моделирования процессов генерации шума в выходных устройствах.

Составитель _____
(подпись)

Нихамкин М.Ш.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Иноземцев А.А.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		