



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. Кортаев

» 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)»**

Направление подготовки	15.06.01 Машиностроение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Машины, агрегаты и процессы в энергетическом машиностроении
Научная специальность	05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)
Квалификация выпускника:	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС)
Форма обучения:	Очная
Курс: 2,3	Семестры: 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	зачёт: 4

Пермь 2017 г.

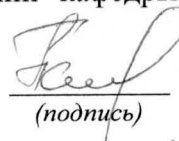
Программа «Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение.
- Общая характеристика образовательной программы.
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении), 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).

Программа заслушана и утверждена на заседании кафедры РКТЭС, протокол от «24» кв. 3 2017 г. № 18.

Заведующий кафедрой

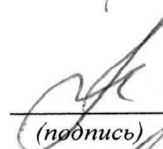
д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

М.И. Соколовский
(инициалы, фамилия)

Разработчик программы

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


(подпись)

А.Ф. Сальников
(инициалы, фамилия)

Руководитель программы

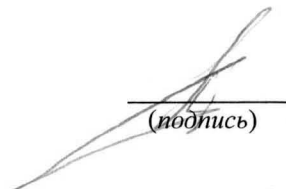
д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Ф. Сальников
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям


(подпись)

В.П. Первадчук
(инициалы, фамилия)

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова
(инициалы, фамилия)

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области энергомашиностроения, включая разработку научных и методологических основ конструирования, производства, ремонта и эксплуатации; теоретические и экспериментальные исследования; технико-экономическое обоснование применения отдельных типов и типоразмеров машин, высокопроизводительных комплектов машин и механизмов, механизированного инструмента на всех стадиях жизненного цикла (расчет, проектирование, монтаж/демонтаж, наладка, эксплуатация, ремонт и испытания).

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции:**

– способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических схем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);

– способность использовать современные достижения науки, знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

– изучение основных направлений научного и технического развития современных энергетических машин агрегатов и процессов, протекающих при трансформации энергии, включая конструирование, производство, ремонт и эксплуатацию, теоретические и экспериментальные исследования;

• **формирование умений**

– формирование умения анализа конструктивных схем, оценки их технического технологического применения, модернизации на основе современных научных знаний процессов и технологических режимов с учетом современных потребностей народного хозяйства;

• **формирование навыков**

– формирование навыков научных и методологических основ теоретических и экспериментальных исследований применения трансформации энергии для конкретных машин и агрегатов энергетического машиностроения, разработки эффективных энергетических машин и агрегатов с современными конструктивными, технологическими и эксплуатационными характеристиками.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

– машины, агрегаты и процессы в энергетическом машиностроении, в том числе газопаротурбинных оборудование газоперекачивающие агрегаты, компрессорные станции, электрогенерирующие устройства и агрегаты;

– методы системного анализа трансформации энергии в энергетических устройствах.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.02.13. – Машины агрегаты и процессы (в машиностроении) и 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 продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- современный уровень развития энергетических машин, агрегатов и современные методы расчета термо-газодинамических процессов преобразования энергии в установках;
- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии;
- методы разработки и проектирования энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.

Уметь:

- разрабатывать научные и методологические методы исследования процессов, протекающих в энергетических машинах и агрегатах;
- разрабатывать конструктивные схемы энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии;
- проводить оценку эффективности применения машин и агрегатов энергетического машиностроения, в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.

Владеть:

- методами и средствами рационального выбора конструктивных схем энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии;
- методами и средствами расчета и управления процессами в энергетических машинах в том числе газо-паротурбинных двигателях, газоперекачивающих агрегатах, преобразователях энергии.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код	Формулировка компетенции
ОПК-1	Способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических схем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-1.Б1.В.01	Способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, агрегатов и процессов в энергетических установках, а так же средств технологического оснащения производства

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Современное состояние, направления научного и технического развития, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Применять современные научно-технические разработки и методы расчета параметров в разрабатываемых конструктивных схемах энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Методами экспериментальных и теоретических исследований, рационального выбора, расчета, проектирования энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код	Формулировка компетенции
ПК-1	Способность использовать современные достижения науки, знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-1.Б1.В.01	Владение технологиями системного анализа, измерений к производственным и технологическим процессам

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: методологические основы формирования количественной и качественной оценки конструктивного, технологического и производственного использования энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

<p>Уметь: Разрабатывать конструктивные, технологические и производственные схемы применения энергетических машин в том числе газопаротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.</p>	<p><i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>
<p>Владеть: методами и средствами системного анализа формирования технологических режимов энергетических машин в том числе газопаротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.</p>	<p><i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>

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	6	11
	В том числе			
	– лекции (Л)	5	–	5
	– практические занятия (ПЗ)	–	6	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	–	1
3	Самостоятельная работа (СР)	66	30	96
4	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	–	36	36
5	Форма итогового контроля:	Зачет	Канд. экзамен	
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					Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа			КСР				
		всего	Л	ПЗ					
1	1	2	2				30	32	
	2	3	3				36	39	
Всего по разделу:		5	5		1		66	72/2,0	
2	3	1		1			5	6	
	4	2		2			10	12	
	5	1		1			5	6	
Всего по разделу:		4		4			20	24/0,67	
3	6	1		1			5	6	
	7	1		1			5	6	
Всего по разделу:		2		2			10	12/0,33	
Промежуточная аттестация						36		36/1,0	
Итого:		11	5	6	1		96	144/4	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

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

Раздел 1. Энергетические машины

(Л – 5, СР – 66)

Тема 1. Газо-паротурбинные двигатели, энергетические машины

Современное состояние энергетического машиностроения. Проблемные задачи конструктивного, технологического и эксплуатационного характера. Конструктивные схемы газотурбинных двигателей (ГТУ), газоперекачивающих агрегатов (ГПА), типы нагнетателей, электрогенераторы и машины малой энергетики, вспомогательное оборудование энергетических машин.

Тема 2. Тенденции развития и совершенствования энергетических машин

Мировые тенденции развития макро-микроэнергетики. Направления совершенствования конструктивных схем энергетических машин, в том числе газопаротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии. Проблемы и уровень их решения на примере газоперекачивающих агрегатов, компрессорных станций и энергоблоков. Экспериментально-теоретические методы исследования задач энергетического машиностроения при разработке конструкций, отработке процессов и повышения энергетической эффективности машин, агрегатов и установок.

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

Раздел 2. Узлы и агрегаты энергетического оборудования

(ПЗ – 4, СР –20)

Тема 3. Агрегаты энергетических машин

Основные тенденции развития и научные, конструкторские, технологические и эксплуатационные проблемы элементной базы машин, агрегатов газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии. Структурные особенности расчета, функционирования элементной базы газо-паротурбинных двигателей, в том числе компрессора, камеры сгорания, турбины, парогенератора, различных нагнетателей, насосов, генераторов.

Тема 4. Вспомогательное оборудование энергетических машин

Направления современного развития вспомогательных систем энергетических машин. Принципы построения и функциональные особенности вспомогательных систем энергетических машин, агрегатов и устройств. Анализ технической и технологической надежности, Системы подготовки газа, системы маслообеспечения в энергетических машинах, системы выхлопа ГТУ. Элементная база вспомогательных систем газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.

Тема 5. Экологическая и техногенная безопасность эксплуатации энергетических машин

Динамика энергопотребления в мире и России в частности. Проблемы и тенденции роста энергопотребления с экологической стороны. Локальные и глобальные последствия концентрации энергоресурсов и энергопотребителей. Основные загрязнения. Тепловое, химическое загрязнение. Мероприятия по снижению уровня вредных выбросов.

Раздел 3. Исследование процессов в энергетических машинах, агрегатах и установках

(ПЗ – 2, СР –10)

Тема 6. Термо-газодинамические процессы

Особенности преобразования энергии в энергетических устройствах. Проблемные задачи процессов преобразования энергии. Современное состояние теоретических и экспериментальных оценок процессов преобразования энергии. Современные методы расчета термо-газодинамических процессов в энергетических машинах, в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.

Энергетические показатели преобразования энергии. Термодинамические циклы в паро-газотурбинных установках. КПД преобразования энергии и методы борьбы с потерями. Пути совершенствования процессов трансформации энергии.

Тема 7. Экспериментальные методы исследования процессов.

Методы научного познания законов трансформации энергии: теоретические, экспериментальные. Моделирование процессов, как основной метод физической базы экспериментальных исследований. Математические методы моделирования, современные

программные продукты расчета газодинамических, термодинамических процессов в трактах энергетических машин, в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Особенности расчета, компрессора, камеры сгорания, турбины ГТУ	Творческое задание	Собеседование
2	4	Расчет системы подготовки газа	Творческое задание	Собеседование
3	5	Оценка теплового загрязнения КС	Творческое задание	Собеседование
4	6	Оценка термодинамических потерь ГТУ	Творческое задание	Собеседование
5	7	Алгоритмы математического моделирования ротор-статор взаимодействия ГТУ	Творческое задание	Собеседование

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

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	Особенности блочной системы конструктивного исполнения ГПА. Современное развитие и пути совершенствования газотурбинных установок.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины

2	3	Особенности конструктивных схем комбинированных энергетических агрегатов. Конструктивные схемы герметизации роторов энергетических агрегатов.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	6	Обзор научно-практических исследований условий трансформации тепловой и кинетической энергии газа. Анализ влияния конструктивных схем уплотнений на потери в энергетических машинах	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Машины, агрегаты и процессы» 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.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Машины агрегаты и процессы» 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.01 Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении) <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	Блок 1 «Дисциплины (модули)» <small>(цикл дисциплины/блок)</small>								
	<table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>базовая часть цикла</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>обязательная</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть цикла</td><td><input type="checkbox"/></td><td>по выбору аспиранта</td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	обязательная	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/>	по выбору аспиранта
<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	обязательная						
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/>	по выбору аспиранта						
15.06.01 05.02.13 <small>код направления/ шифр научной специальности</small>	Машиностроение / Машины, агрегаты, и процессы в энергетическом машиностроении <small>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</small>								
<u>2017</u> <small>(год утверждения учебного плана)</small>	Семестр(ы) <u>4,5</u> Количество аспирантов <u>2</u>								
<u>Аэрокосмический</u> <small>(факультет)</small>									
<u>РКТЭС</u> <small>(кафедра)</small>	<u>тел. 8(342)239-12-33; rkt@pstu.ru</u> <small>(контактная информация)</small>								

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 Основная литература		
1	Чумаков Ю.А. Теория и расчёт транспортных газотурбинных двигателей: учебник для вузов / Ю. А. Чумаков. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. – 447 с.	2
2	Юрьев В.Л. Управление технологичностью авиационных газотурбинных двигателей / В.Л. Юрьев, С.В. Старочкина, Н.А. Сухова. – Москва: Машиностроение, 2013. – 225 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учебник для вузов: в 5 т. / А.А. Иноземцев, М.Ш. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2008. – (Газотурбинные двигатели)	Т1 – 40; Т.2 -40; Т3 - 41; Т4 -40; Т5 -41
2	Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебное пособие для вузов / П.И. Дячек; Ассоциация строительных вузов. – Москва: Изд-во АСВ, 2013. – 432 с.	6
3	Быстрицкий Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебное пособие для вузов / Г.Ф. Быстрицкий. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 304 с.	3
4	Кудинов А.А. Газодинамика: учебное пособие / А.А. Кудинов. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 335 с.	2
5	Хорольский В.Я. Эксплуатация систем электроснабжения: учебное пособие для вузов / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. – Москва: ИНФРА-М: ФОРУМ, 2013. – 287 с.	2
2.2 Периодические издания		
1	Науч.-техн. и производств. Журнал / Авиационная промышленность	
2	Науч.-техн. и производств. Журнал /Газовая промышленность	
3	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 2.103–68 Единая система конструкторской документации.	StandartGost.ru
2	ГОСТ Р ЕН 9101-2011 Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности.	StandartGost.ru

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
3	ГОСТ Р 54404-2011 Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия	StandartGost.ru
4	ГОСТ 28775-90 Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия	StandartGost.ru
2.4 Официальные издания		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс
3	Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	КонсультантПлюс

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.

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.

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. Сайт Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) - <http://www.mchs.gov.ru/>
2. Портал риск-менеджмента – www.riskm.ru
3. Русское общество управления рисками – www.rrms.ru

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Office Professional 2007	42661567	Оформление технических отчетов, статей, диссертации
2	Практическое	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV 0002-FLEX	Расчеты в рамках выполнения исследований
3	Практическое	ANSYS	лиц. дог. 444632	Мат. моделирование Расчеты в рамках выполнения исследований
4	Практическое	FlowVision	лиц. дог.	Моделирование газодинамических процессов в ГТУ

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

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 5

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра РКТЭС	314	72	12
2	Лаборатория	Кафедра РКТЭС	118	84	5

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 6

№ п/п	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (процессор: AMD FX-8150, ОЗУ: 8 Gb – 7 шт.; процессор: AMD Phenom II X4 970, ОЗУ: 8 Gb – 5 шт.)	12	Оперативное управление	314, корпус Д

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
«Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)»

Направление подготовки	15.06.01 Машиностроение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Машины, агрегаты и процессы в энергетическом машиностроении
Научная специальность	05.02.13 Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении)
Квалификация выпускника:	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС)
Форма обучения:	Очная
Курс: 2,3	Семестры: 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 – Машиностроение.

- Общая характеристика программы аспирантуры.

- Паспорт научной специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении), 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).

Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.13 – «Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)»

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры РКТЭС, протокол от «24» марта 2017 г. № 18.

Заведующий кафедрой

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


(подпись)

М.И. Соколовский
(инициалы, фамилия)

Разработчик программы

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


(подпись)

А.Ф. Сальников
(инициалы, фамилия)

Руководитель программы

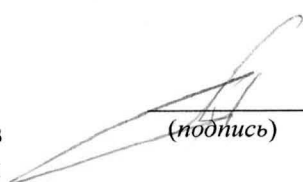
д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Ф. Сальников
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям


(подпись)

В.П. Первадчук
(инициалы, фамилия)

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова
(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.01 «Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

– способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических схем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);

– способность использовать современные достижения науки, знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности (ПК-1).

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	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии	С	ТВ		
3.2 принципы построения энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 разрабатывать конструктивные схемы энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии	ОТЗ	ПЗ		

У.2 разрабатывать агрегаты энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии			ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 методами и средствами рационального выбора конструктивных схем энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии	ОТЗ	ПЗ		
В.2 методами и средствами рационального выбора конструктивных схем энергетических машин в том числе газо-паротурбинных двигателей, газоперекачивающих агрегатов, преобразователей энергии			ОТЗ	ПЗ

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.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной 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, контролируемые 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>

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **кандидатском экзамене**

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много</p>

Оценка	Критерии оценивания
	неточностей.
2	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. 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.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена 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 6

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»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

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:

1. Конструктивные схемы газотурбинных двигателей (ГТУ), газоперекачивающих агрегатов (ГПА).
2. Направления совершенствования конструктивных схем энергетических машин, в том числе ГТУ и ГПА.
3. Системы подготовки газа, системы маслообеспечения в энергетических машинах, системы выхлопа ГТУ.
4. Экологическая и техногенная безопасность эксплуатации энергетических машин.

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

1. Конструктивное исполнение масляной системы ГПА.
2. Тенденции развития и совершенствования энергетических машин.
3. Агрегаты энергетических машин.
4. Тепловое, химическое загрязнение.

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

1. Разработать типовую схему подшипниковых узлов нагнетателя.
2. Проработать конструкцию системы выхлопа газотурбинного двигателя газоперекачивающего агрегата.
3. Разработать блочную схему газоперекачивающего агрегата.

4. Разработать систему подготовки топливного газа ГТУ.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.02.13 «Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Теоретический и практический КПД газотурбинного агрегата.
2. Газодинамические процессы в проточной части компрессора ГТУ.
3. Мероприятия по снижению вредных выбросов.
4. Термодинамические процессы в камере сгорания ГТУ.

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

1. Конструктивная проработка подшипниковых узлов нагнетателя.
2. Схема обвязки ГПА газокompрессорной станции.
3. Конструктивные характеристики паровой газовой турбины.
4. Оценка ротор-статор взаимодействия по частотному параметру.

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



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

Направление
15.06.01 Машиностроение

Программа
Машины, агрегаты и процессы в
энергетическом машиностроении

Кафедра
«Ракетно-космическая техника и
энергетические системы»

Дисциплина
«Машины, агрегаты и процессы (в машиностроении)»

БИЛЕТ № 1

1. Основные конструктивные особенности центробежных нагнетателей ГПА (*контроль знаний*)
2. Сделать качественный и количественный анализ работы масляной системы ГТУ (*контроль умений*)
3. Разработать конструктивную схему системы очистки воздуха ГПА (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Сальников А.Ф.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Соколовский М.И.

« ____ » _____ 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		