

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 13 » января 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Научно-исследовательская работа студента  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 432 (12)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных  
двигателей  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Проектирование авиационных двигателей и энергетических  
установок (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель учебной дисциплины:

Целью изучения дисциплины «Научно-исследовательская работа студен-та» (НИРС) является формирование комплекса знаний, умений и навыков научно-методологического характера, необходимых для подготовки выпускников к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в области авиационного двигателестроения.

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

#### Формирование знаний

- об источниках, принципах анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники;
- об основных путях развития авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники;
- об информационных ресурсах для осуществления сбора научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте создания, истории и перспективах развития двигателей летательных аппаратов; методах и средствах обработки, анализа и систематизации научно-технической информации;
- о теоретических основах работы двигателей и экспериментальных методах исследований при создании двигателей летательных аппаратов, а также принципы и этапы проектной и исследовательской деятельности;
- о нормативных документах по составлению научно-технических отчётов, обзоров, методик и описаний.

#### Формирование умений

- критически анализировать, систематизировать и обобщать научную информацию о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники;
- критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов;
- применять расчётные и экспериментальные методы исследования процессов в двигателях летательных аппаратов для принятия проектных решений;
- грамотно составлять научно-технические отчёты, методики, описания конструкции, готовить публикации по выполненным исследованиям и разработкам.

#### Формирование навыков

- анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники;
- поиска научно-технической информации по совершенствованию авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники;
- сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, работы с библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами в области отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов; выбора средств анализа и обработки результатов теоретических и экспериментальных исследований;
- использования расчётных и экспериментальных методов исследований, средств САПР при решении конкретных проектных задач в области создания двигателей летательных аппаратов;
- составления и публичного представления научно-технических отчётов, методик, описания конструкции, подготовки публикаций по выполненным исследованиям и разработкам.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Авиационный двигатель, методы научных исследований в области двигателестроения

## 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	Знает источники, принципы анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники.	Знает источники, принципы анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники.	Собеседование
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Умеет критически анализировать, систематизировать и обобщать научную информацию о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники.	Умеет критически анализировать, систематизировать и обобщать научную информацию о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники.	Реферат
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеет навыками анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники.	Владеет навыками анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники.	Реферат
ОПК-7	ИД-1ОПК-7	Знает основные пути развития авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники.	Знает основные пути развития авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники.	Собеседование
ОПК-7	ИД-2ОПК-7	Умеет критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники.	Умеет критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники.	Реферат

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-7	ИД-3ОПК-7	Владеет навыками поиска научно-технической информации по совершенствованию авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники.	Владеет навыками поиска научно-технической информации по совершенствованию авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники.	Реферат
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Знает информационные ресурсы для осуществления сбора научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте создания, истории и перспективах развития двигателей летательных аппаратов; методы и средства обработки, анализа и систематизации научно-технической информации;	Знает информационные ресурсы для осуществления сбора научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте создания, истории и перспективах развития двигателей летательных аппаратов; методы и средства обработки, анализа и систематизации научно-технической информации;	Реферат
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Умеет осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов.	Умеет осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов.	Реферат
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, работы с библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами в области отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов; выбора средств анализа и обработки результатов теоретических и экспериментальных исследований.	Владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, работы с библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами в области отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов; выбора средств анализа и обработки результатов теоретических и экспериментальных исследований.	Реферат
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает теоретические	Знает теоретические	Собеседован

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		основы работы двигателей и экспериментальные методы исследований при создании двигателей летательных аппаратов, а также принципы и этапы проектной и исследовательской деятельности.	основы работы двигателей и экспериментальные методы исследований при создании двигателей летательных аппаратов, а также принципы и этапы проектной и исследовательской деятельности.	
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет применять расчётные и экспериментальные методы исследования процессов в двигателях летательных аппаратов для принятия проектных решений.	Умеет применять расчётные и экспериментальные методы исследования процессов в двигателях летательных аппаратов для принятия проектных решений.	Реферат
ПКО-2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыками использования расчётных и экспериментальных методов исследований, средств САПР при решении конкретных проектных задач в области создания двигателей летательных аппаратов.	Владеет навыками использования расчётных и экспериментальных методов исследований, средств САПР при решении конкретных проектных задач в области создания двигателей летательных аппаратов.	Курсовая работа
ПКО-3	ИД-1ПКО-3	Знает нормативные документы по составлению научно-технических отчётов, обзоров, методик и описаний.	Знает нормативные документы по составлению научно-технических отчётов, обзоров, методик и описаний.	Реферат
ПКО-3	ИД-2ПКО-3	Умеет грамотно составлять научно-технические отчёты, методики, описания конструкции, готовить публикации по выполненным исследованиям и разработкам.	Умеет грамотно составлять научно-технические отчёты, методики, описания конструкции, готовить публикации по выполненным исследованиям и разработкам.	Курсовая работа
ПКО-3	ИД-3ПКО-3	Владеет навыками составления и публичного представления научно-технических отчётов, методик, описания конструкции, подготовки публикаций по выполненным	Владеет навыками составления и публичного представления научно-технических отчётов, методик, описания конструкции, подготовки публикаций по выполненным	Реферат

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследованиям и разработкам	разработкам	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах					
		Номер семестра					
		5	6	7	8	9	10
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	174	29	29	29	29	29	29
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:							
- лекции (Л)							
- лабораторные работы (ЛР)							
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	150	25	25	25	25	25	25
- контроль самостоятельной работы (КСР)	24	4	4	4	4	4	4
- контрольная работа							
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	258	43	43	43	43	43	43
2. Промежуточная аттестация							
Экзамен							
Дифференцированный зачет	9						9
Зачет	45	9	9	9	9	9	
Курсовой проект (КП)							
Курсовая работа (КР)	18						18
Общая трудоемкость дисциплины	432	72	72	72	72	72	72

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы экспериментальных исследований	0	0	13	22
<p>Тема 1. Основные понятия, термины и определения. Понятие эксперимента. Виды и методы измерений.</p> <p>Предмет и задачи дисциплины Роль экспериментальных исследований в двигателестроении. Принципы постановки научных и технических задач.</p> <p>Понятие эксперимента. Структура эксперимента. Управляемые, контролируемые, неконтролируемые факторы. Средства измерения.</p> <p>Моделирование в инженерном эксперименте. Подобие. Модели объекта. Понятие измерения. Виды и методы измерений. Прямые, косвенные, совокупные, совместные. Непосредственная оценка, сравнения: нулевой метод, дифференциальный метод и метод замещения. Понятие физической величины.</p> <p>Тема 2. Погрешности измерений. Основные характеристики измерительных приборов и преобразователей</p> <p>Абсолютная и относительная погрешности. Систематическая, случайная погрешности. Причины и исключение систематических погрешностей. Методические, инструментальные, субъективные.</p> <p>Поправка. Замещение. Компенсация по знаку.</p> <p>Пределы измерения, диапазон измерения. Функция (уравнение) преобразователя. Чувствительность. Абсолютная, относительная и приведенные погрешности преобразователя. Аддитивная и мультипликативные погрешности преобразователя. Основная и дополнительные погрешности преобразователя. Класс точности преобразователя. Вариация показаний, порог чувствительности, собственное потребление мощности.</p> <p>Динамические характеристики. Динамическая погрешность измерения. Передаточная функция преобразователя. Постоянная времени.</p>				
Методы измерения и датчики, в том числе эталоны, образцовые и рабочие меры	0	0	12	21
<p>Тема 3. Методы измерения температур, давления, механических напряжений. Индукционные и индуктивные преобразователи</p> <p>Контактные средства измерения температуры. Термопреобразователи сопротивления. Платиновые, медные, миниатюрные никелевые. Схема включения. Термоэлектрические</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>преобразователи. (Термопары). Компенсационные коробки, удлиняющие провода. Получение функций преобразования термопар путем аппроксимации табличных характеристик. Бесконтактные средства измерения температуры. Оптические пирометрические преобразователи. 01111-94. Тепловизоры. Тензорезисторные датчики: проволочные, фольговые, пленочные. Полу-проводниковые тензорезисторные датчики. Чувствительность тензодатчиков. Погрешности измерения деформаций с помощью тензодатчиков. Компенсация температурной погрешности. Преобразование характеристики измеряемой величины на примере тяги авиационного двигателя.</p> <p>Полное, абсолютное, избыточное, разрежение, пульсация, статическое. Конструкция и применение датчиков типа ДТ, ДАТ, ИКД-27, Сапфир, МДД, ДЦВ, МДИ, сигнализаторы. Дифференциальные датчики давления. Оборудование для поверки и градуировки датчиков: грузопоршневые ма-нометры, АЗД, Воздух-1; повышение точности измерения давлений с учетом реальной работы авиадвигателя. Особенности измерения пульсаций. Тарировка датчиков давления.</p> <p>Тема 4. Измерение частоты вращения, параметров вибрации, расхода и уровня. Структура автоматизированного средства измерения.</p> <p>Индукционные, индуктивные датчики частоты вращения. Тахометрический комплект ДТЭ-5 - ИСТ-2, индукционные датчики ДЧВ-2500, емкостные датчики. Выбег роторов. Понятие приемистости, постоянной времени разгона. Фильтрация высокочастотных выбросов.</p> <p>Виды параметров вибрации. Индукционные, пьезоэлектрические датчики. Датчики, работающие на эффекте Доплера. Аппаратура ИВ-200.</p> <p>Представление вибрационного сигнала. Анализ спектра вибрационного сигнала.</p> <p>Классификация расходомеров. Расходомеры с сужающимися устройствами и тахометрические. Конструкция и особенности применения датчиков типа ТДР. Расходомеры на основе сил Кориолиса.</p> <p>Поплавковые и емкостные измерители уровня. Понятия первичного и вторичного преобразователя. Принципы работы и основные параметры операционного усилителя (ОУ), аналого</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
-цифрового преобразователя (АЦП), цифро-аналогового преобразователя (ЦАП)				
ИТОГО по 5-му семестру	0	0	25	43
6-й семестр				
Организация научно-исследовательской работы	0	0	13	22
Тема 5. Формирование НИР в Российской Федерации. Фундаментальная наука, прикладная наука. Структура академии наук РФ. Общественные академии и научные сообщества. Законодательство в области НИР в Российской Федерации. Администрирование научной деятельности. Критические технологии и приоритетные направления НИР. Система финансирования НИР. Тема 6. Структура и организация проведения научно-исследовательской работы в ВУЗе. Связь ВУЗовской науки и отраслевой. Система финансирования вузовской науки. Формирование научных коллективов. Подготовка научных кадров. Аспирантура и ее роль в формировании научных школ.				
НИР и ОКР в развитии авиационного двигателестроения	0	0	12	21
Тема 7. Связь истории развития ГТД и история развития авиационной науки. Конструктивные решения в ГТД различных поколений. Тема 8. Перспективы развития различных отраслей авиационной науки и конструкций ГТД. Роль НИР в реализации ключевых технологий создания основных узлов ГТД.				
ИТОГО по 6-му семестру	0	0	25	43
7-й семестр				
Планирование НИР	0	0	13	22
Тема 9. Обоснование выбора темы НИР. Актуальность НИР применительно к теме выпускной квалификационной работы. Соотношение цели и задач НИР. Выявление потенциальной новизны и практической значимости научных исследований работы. Формирование плана исследований. Тема 10. Научные публикации. Источники научной информации в области авиастроения. Поиск научной информации. Структура и содержание научной статьи.				
Проведение теоретических и экспериментальных исследований	0	0	12	21
Тема 11. Постановка задач математического моделирования. Выбор ме-года математического моделирования. Погрешности математического				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
моделирования Тема 12. Постановка задач экспериментального исследования. Выбор метода экспериментального исследования. Погрешности экспериментального исследования.				
ИТОГО по 7-му семестру	0	0	25	43
8-й семестр				
Оформление результатов НИР	0	0	13	22
Тема 13. Обобщение и оценка результатов исследований; оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем (в т.ч. оценка конкурентоспособности). Анализ достоверности получаемых результатов исследования. Погрешности измерений и математического моделирования. Тема 14. Требования ГОСТ к содержанию и оформлению отчета о НИР. Соотношение результатов НИР с поставленными задачами исследований.				
Выполнение НИР на тему, посвященную исследованию характеристик ГТД	0	0	12	21
Тема 15. Выполнение научно-исследовательской работы, направленной на исследование влияния параметров рабочего процесса на характеристики и КПД ГТД. Анализ связей результатов исследований и получаемых результатов				
ИТОГО по 8-му семестру	0	0	25	43
9-й семестр				
Обзор научных проблем в области экономичности и экологичности авиационных двигателей	0	0	13	22
Тема 16. Методы и программные продукты для исследования аэродинамики ГТД и повышение к.п.д. Методы и программные продукты исследования процессов горения. Методы и программные продукты исследования тепловых процессов. Тема 17. Научные проблемы снижения уровня шума ГТД и пути их решения. Научные проблемы снижения эмиссии вредных веществ ГТД и пути их решения.				
Выполнение НИР на тему, посвященную исследованию процессов, протекающих в АД	0	0	12	21
Тема 18. Выполнение научно-исследовательской работы, направленной на исследование параметров рабочего процесса в ГТД.				
ИТОГО по 9-му семестру	0	0	25	43
10-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Научные проблемы создания ГТД, их узлов и деталей	0	0	13	22
Тема 19. Новые материалы для деталей и узлов ГТД. Полимерные композиционные материалы. Жаропрочные сплавы. Керамические материалы. Тема 20. Математическое моделирование и экспериментальные исследования в области обеспечения надежности и ресурса.				
Анализ состояния проблемы по теме ВКР	0	0	12	21
Тема 21. Патенты и патентный поиск. Анализ патентной информации по теме НИР. Анализ состояния проблемы по теме ВКР.				
ИТОГО по 10-му семестру	0	0	25	43
ИТОГО по дисциплине	0	0	150	258

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основы экспериментальных исследований
2	Погрешности измерений
3	Способы измерения неэлектрических величин электрическими методами (температура, давление, механические напряжения)
4	Способы измерения неэлектрических величин электрическими методами (частота вращения, параметры вибрации, сила, расход, уровень)
5	Организация НИР и ОКР в области авиационного двигателестроения. Критические технологии и приоритетные направления НИР
6	Конструктивные решения в ГТД различных поколений и достижения в областях аэрогазодинамики, теории ГТД, математического моделирования, материаловедения, технологии, наук о прочности
7	Роль НИР в реализации ключевых технологий создания основных узлов ГТД
8	Новые материалы для деталей и узлов ГТД
9	Требования ГОСТ к содержанию и оформлению отчета о НИР
10	Методы и программные продукты для исследования аэродинамики ГТД и повышение КПД
11	Научные проблемы снижения уровня шума ГТД и пути их решения. Научные проблемы снижения эмиссии вредных веществ ГТД и пути их решения
12	Обоснование выбора темы НИР. Формирование плана исследований
13	Источники научной информации в области авиастроения
14	Методы и программные продукты исследования процессов горения
15	Методы и программные продукты исследования тепловых процессов

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
16	Постановка задач математического моделирования. Выбор метода математического моделирования
17	Постановка задач экспериментального исследования. Выбор метода экспериментального исследования. Погрешности экспериментального исследования
18	Анализ достоверности результатов исследования
19	Математическое моделирование и экспериментальные исследования в области обеспечения надежности и ресурса
20	Патенты и патентный поиск
21	Анализ состояния проблемы по теме ВКР

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Исследование влияния массы лопаток на запас прочности диска турбины по разрушающей частоте вращения
2	Исследования влияния температуры диска на запас прочности диска турбины по разрушающей частоте вращения
3	Исследование влияния толщины профильной части лопатки компрессора на запас прочности
4	Исследование влияния кривизны профильной части лопатки компрессора на запас прочности
5	Исследование влияния толщины профильной части лопатки компрессора на низшую собственную частоту колебаний
6	Исследование влияния кривизны профильной части лопатки компрессора на низшую собственную частоту колебаний
7	Сравнительный анализ влияния КПД компрессора и турбины газогенератора на параметры воздушно-реактивного двигателя (ВРД)
8	Исследование влияния параметров рабочего процесса на протекание интегральных дроссельных характеристик турбовального двигателя (ТВаД)
9	Исследование влияния КПД компрессора на протекание климатических характеристик турбовального двигателя (ТВаД)
10	Исследование влияния отбора воздуха из-за компрессора высокого давления (КВД) на параметры воздушно-реактивного двигателя (ВРД)
11	Исследование влияния степени двухконтурности ТРДД на удельные параметры двигателя
12	Влияние конструктивных факторов лабиринтных уплотнений проточной части ГТД на их эффективность
13	Снижение осевых усилий на упорный подшипник ротора ГТД системами разгрузочных полостей
14	Предотвращение опасных колебаний рабочих лопаток ГТД
15	Обеспечение стабильности радиальных зазоров в компрессорах и турбинах ГТД
16	Влияние дисбаланса элементов ротора ГТД на вибрационные характеристики двигателя
17	Демпфирование вибраций роторов ГТД

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

По всем темам дисциплины проводятся проблемно-ориентированные практические занятия в форме семинаров.

Проведение практических занятий в форме научных семинаров с обсуждением отдельных научных проблем двигателестроения и путей их решения основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя и друг друга.

Перед проведением практических занятий студенты в часы самостоятельной работы должны, пользуясь основной и дополнительной литературой, самостоятельно разобраться в проблемных вопросах по заранее объявленной проблеме, которая будет обсуждаться на практическом занятии.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение шести семестров, график изучения дисциплины приводится в п.7.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Афанасьева Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : учебное пособие для вузов. Москва : КНОРУС, 2010. 330 с. 21,0 усл. печ. л.	13
2	Нихамкин М. Ш. Вибрационные процессы в газотурбинных двигателях : конспект лекций. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 117 с. 9,52 усл. печ. л.	5
3	Нихамкин М. Ш. Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения : конспект лекций. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 92 с. 7,58 усл. печ. л.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Августинович В. Г. Математическое моделирование авиационных двигателей : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130792">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130792</a> (дата обращения: 11.01.2022).	1

2	Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / Волковой М. С., Суханов Е. Е., Хижняков Ю. Н., Южаков А. А. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 344 с. 21,563 усл. печ. л.	163
3	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок. М. : Машиностроение, 2008. 186 с.	40
4	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. М. : Машиностроение, 2008. 367 с.	39
5	Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. М. : Машиностроение, 2008. 200 с.	40
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	The ASME Digital Collection	<a href="https://asmedigitalcollection.asme.org/">https://asmedigitalcollection.asme.org/</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Проектор с экраном	1
Практическое занятие	Проектор с экраном	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

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

**«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании кафедры АД  
протокол № \_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
Заведующий кафедрой  
«Авиационные двигатели»  
\_\_\_\_\_ А. А. Иноземцев

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Научно-исследовательская работа студента»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**Приложение к рабочей программе дисциплины**

<b>Направление подготовки:</b>	24.05.02 «Двигатели летательных аппаратов»
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	«Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»
<b>Квалификация выпускника:</b>	инженер
<b>Выпускающая кафедра:</b>	«Авиационные двигатели»
<b>Форма обучения:</b>	очная

**Курс:** 3,4,5

**Семестр:** 5,6,7,8,9,10

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	12 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	432 ч

**Виды промежуточного контроля:**

Экзамен: - Диф.зачёт: - 10 Зачёт: - 5,6,7,8,9 Курсовой - **нет** Курсовая работа: - 10  
проект:

**Пермь, 2021 г.**

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Научно-исследовательская работа студента»** и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины **«Научно-исследовательская работа студента»**, утвержденной «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

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

## **1.1. Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ООП учебная дисциплина Б1.Б.32 «**Научно-исследовательская работа студента**» участвует в формировании 5-и компетенций: ОПК-6, ОПК-7, ПКО-1, ПКО-2, ПКО-3. В рамках учебного плана образовательной программы в 5-м и 6-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. ОПК-6.Б1.Б.32 – способность творчески применять математические, естественнонаучные, профессиональные и специальные знания для подготовки и постановки задач научных исследований в профессиональной сфере деятельности;
2. ОПК-7.Б1.Б.32 – способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте;
3. ПКО-1.Б1.Б.32 – способность осуществлять поиск и обработку научно-технической информации в области отечественного и зарубежного опыта авиационного и ракетного двигателестроения;
4. ПКО-2.Б1.Б.32 – способность выполнять теоретические расчёты и экспериментальные работы при проектировании и исследовании двигателей летательных аппаратов;
5. ПКО-3.Б1.Б.32 – способность осуществлять подготовку научно-технических отчётов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и раз-работок;

## **1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение шести семестров (5-го, 6-го, 7-го, 8-го, 9-го, 10-го семестра базового учебного плана) и разбито на 12 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (см. таблицу 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических заданий, рефератов, их защит по ним, зачета и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий / Промежуточный		Рубежный		Итоговый
	ТК	КЗ	Р	КР	За-чет/Дифф.за-чет
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>З.1.</b> источники, принципы анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники	ТК	КЗ	Р		КЗ
<b>З.2.</b> об основных путях развития авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники	ТК	КЗ	Р	КР	КЗ
<b>З.3.</b> об информационных ресурсах для осуществления сбора научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте создания, истории и перспективах развития двигателей летательных аппаратов; методах и средствах обработки, анализа и систематизации научно-технической информации	ТК	КЗ	Р		КЗ
<b>З.4.</b> о теоретических основах работы двигателей и экспериментальных методах исследований при создании двигателей летательных аппаратов, а также принципы и этапы проектной и исследовательской деятельности	ТК	КЗ	Р		КЗ
<b>З.5.</b> о нормативных документах по составлению научно-технических отчетов, обзоров, методик и описаний	ТК	КЗ	Р		КЗ
<b>У.1</b> критически анализировать, систематизировать и обобщать научную информацию о современном состоянии и перспективах развития авиационной и ракетно-космической техники			Р	КР	КЗ
<b>У.2</b> критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники			Р	КР	КЗ
<b>У.3</b> осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов			Р		КЗ

<b>У.4</b> применять расчётные и экспериментальные методы исследования процессов в двигателях летательных аппаратов для принятия проектных решений			Р	КР	КЗ
<b>У.5</b> грамотно составлять научно-технические отчёты, методики, описания конструкции, готовить публикации по выполненным исследованиям и разработкам			Р	КР	КЗ
<b>В.1</b> навыками анализа, систематизации и обобщения научной информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники			Р	КР	КЗ
<b>В.2</b> навыками поиска научно-технической информации по совершенствованию авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники			Р	КР	КЗ
<b>В.3</b> навыками поиска научно-технической информации по совершенствованию авиационного и ракетного двигателестроения и энергетической техники сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, работы с библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами в области отечественного и зарубежного опыта создания двигателей летательных аппаратов; выбора средств анализа и обработки результатов теоретических и экспериментальных исследований			Р	КР	КЗ
<b>В.4</b> навыками использования расчётных и экспериментальных методов исследований, средств САПР при решении конкретных проектных задач в области создания двигателей летательных аппаратов			Р	КР	КЗ
<b>В.5</b> навыками составления и публичного представления научно-технических отчётов, методик, описания конструкции, подготовки публикаций по выполненным исследованиям и разработкам			Р	КР	КЗ

*Примечание: ТК – текущий контроль в форме контрольных работ (оценка знаний); Р – реферат (оценка знаний, умений и владений); КЗ – контрольное задание по модулю (оценка знаний), КР – выполнение курсовой работы с подготовкой пояснительной записки и защитой результатов (оценка знаний, умений и владений).*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является итоговая аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (см. таблицу 1.1.) проводится в виде контрольных работ и заданий по модулю, заключающихся в самостоятельном выполнении заданий, базирующихся на тематиках, отводимых для самостоятельного изучения дисциплины. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

#### **2.2.1. Реферат**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (см. таблицу 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме подготовки и представления (защиты) реферата группой студентов за соответствующий модуль дисциплины.

Типовые темы рефератов представлены в РПД. Основными критериями оценки качества выполнения реферата являются:

1. Правильность оформления реферата согласно ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе»;
2. Соответствие содержания отчета заданной теме. Полнота ее раскрытия;
3. Актуальность, использованных для подготовки реферата материалов;
4. Понимание студентом затронутой в реферате тематики. Оценивается в рамках короткого устного собеседования;
5. Качество защиты реферата. Защита реферата осуществляется с использованием мультимедийной презентации. Проверяется соответствие установленному регламенту (18 минут – выступление, 2 минуты – вопросы), полнота раскрытия темы, владения навыками устного представления информации.

В десятом семестре выполняется курсовая работа.

#### **2.2.2. Курсовая работа**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения используется курсовая работа. Типовые темы курсовых работ представлены в рабочей программе.

В отдельных случаях, с учетом подготовленности студента и заинтересованности кафедры и базовых предприятий, в рамках курсовой работы могут быть выполнены иные разработки. (расчеты газотурбинных двигателей различных типов и схем). Тема такой нетиповой курсовой работы должна быть ориентирована на

дальнейшее развитие при выполнении выпускной квалификационной работы. Содержание и объем нетиповой курсовой работы определяется индивидуально в каждом конкретном случае руководителем работы в зависимости от темы. Основные требования и минимум содержания при этом отражаются в задании к курсовой работе, которое в этом случае оформляется в произвольной форме и подписывается руководителем. Требования по срокам выполнения данной курсовой работы не изменяются.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты курсовой работы приведены в общей части ФОС программы специалитета.

### **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска в первом модуле является успешная защита реферата, а во втором – успешная защита всех лабораторных работ.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации в форме зачета**

Итоговая аттестация в первом модуле проводится в форме зачёта. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения студентом предыдущих заданий по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении итоговой аттестации в виде зачёта приведены в общей части ФОС магистерской программы.

#### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита всех лабораторных работ, реферата и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета. устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Перечень типовых теоретических вопросов для контроля усвоенных знаний:

1. Структура и организация научно-исследовательской работы в ВУЗе. Связь ВУЗовской науки и отраслевой;
2. Система финансирования вузовской науки. Формирование научных коллективов. Подготовка научных кадров. Аспирантура и ее роль в формировании научных школ;

3. Постановка задачи математического моделирования. Выбор способа математического моделирования. Погрешности математического моделирования;
4. Постановка задачи экспериментального моделирования. Выбор способа экспериментального моделирования. Погрешности экспериментального моделирования;
5. Обобщение и оценка результатов исследований. Оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем. Оценка конкурентоспособности. Анализ достоверности получаемых результатов исследования;
6. Методы исследования аэродинамических процессов;
7. Методы исследования процессов горения;
8. Методы исследования тепловых процессов;
9. Методы снижения уровня шума ГТД;
10. Методы снижения эмиссии вредных веществ ГТД;
11. Подходы к математическому моделированию в области обеспечения надежности и ресурса;
12. Подходы к экспериментальным исследованиям в области обеспечения надежности и ресурса.

Перечень теоретических вопросов в форме утвержденного комплекта зачётных билетов хранится на выпускающей кафедре

### **2.3.3. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время дифференцированного зачета. Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцированного зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учётом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС.