

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра авиационной теплотехники и теплоэнергетики

Утверждаю

Проректор по учебной работе

Н.Г.Зарипов

2017 г.



**ПРОГРАММА
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ**

Направление подготовки (специальность)

24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

Направленность (профиль)

Авиационная и ракетно-космическая теплотехника

Уровень подготовки

Высшее образование – магистратура

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Уфа 2017

Программа НИР является приложением к основной профессиональной образовательной программе высшего образования магистратуры по направлению 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов и направленности (профилю) «Авиационная и ракетно-космическая теплотехника».

Составители:  Ф.Г. Бакиров

 А.Е. Кишалов

Программа одобрена на заседании кафедры Авиационной теплотехники и теплоэнергетики

"06" 10 2016 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой АТ и Т  Ф.Г. Бакиров

Программа НИР утверждена на заседании Научно-методического совета по УГСН по направлению подготовки магистра 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»

"22" ноября 2016 г., протокол № 3

Председатель НМС



Д.А. Ахмедзянов

Начальник ООПМА



И.А. Лакман

© Ф.Г.Бакиров, 2016

© А.Е.Кишалов, 2016

© УГАТУ, 2016

Содержание

1 Цели и задачи НИР	4
2 Требования к результатам НИР.....	4
3 Место НИР в структуре ООП подготовки магистра	11
4 Структура и содержание НИР.....	26
5 Формы проведения НИР	30
6 Место и время проведения НИР	52
7 Формы контроля	52
8 Учебно-методическое и информационное обеспечение НИР	60
9 Материально-техническое обеспечение НИР	65
10 Реализация НИР лицами с ОВЗ	65

1. Цели и задачи НИР

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта ВО по направлению 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов магистр должен быть подготовлен к деятельности, требующей углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки, в том числе к научно-исследовательской работе (НИР). С этой целью стандартом ФГОС ВО от 08.04.2015, № 373 и разработанным на его базе учебным планом предусмотрены научно-исследовательская работа студента в течение 2-х семестров 2 курса обучения, а также научно-производственная, производственно-технологическая и преддипломная практики. Результаты научно-исследовательской работы в период обучения являются содержанием выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

Целью НИР является достижение результатов образования для формирования компетенций, предусмотренных учебным планом по направлению 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов и направленности (профилю) «Авиационная и ракетно-космическая теплотехника» для НИР.

Задачи НИР:

Проводя работы, связанные с исследованиями, студенты учатся решать типовые задачи исследовательской деятельности, такие как:

- постановка, планирование и проведение научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера;
- разработка новых методов экспериментальных исследований;
- разработка моделей физических процессов в объектах сферы профессиональной деятельности;
- применение современных методов научных исследований, их анализ и обобщение;
- использование современных и перспективных компьютерных и информационных технологий;
- ведение библиографической работы с применением современных информационных технологий;
- представление результатов исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и докладов.

В соответствии с целями и задачами профессиональной деятельности магистр должен обладать рядом универсальных навыков и необходимыми знаниями и умениями для выполнения научно-исследовательской работы в области двигателей летательных аппаратов с учетом направленности (профиля) «Авиационная и ракетно-космическая теплотехника».

2. Требования к результатам НИР

Требования к результату освоения ОПОП в части НИР согласно учебному плану предусматривают вклад в формирование следующих компетенций из числа предусмотренных ФГОС ВО по направлению 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов:

общекультурных:

Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-4);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Уметь:

- продуктивно использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки; продуктивно работать с источниками информации, выбирать перспективные направления в науке и бизнесе, находить оптимальные пути решения поставленных задач;
- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения;

Владеть:

- навыками использования представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки в НИР;
- приемами и методами использования на практике умений и навыков в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом.

Способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Уметь:

- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения;
- проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;

Владеть:

- навыками работы в коллективе, готовностью генерировать (креативность) и использовать новые идеи.

общепрофессиональных:

Способностью подготавливать заявки на изобретения и промышленные образцы (ОПК-2);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- права авторов, предприятия работодателя, права патентообладателя;

Уметь:

- проводить поиск по источникам патентной информации;
- пользоваться основными нормативными документами по вопросам интеллектуальной собственности;
- подготавливать заявочные материалы для защиты результатов интеллектуальной деятельности.

Способностью разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии (ОПК-4);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- основы применения современных методов научных исследований;
- современные информационные технологии получения научно-технической информации;

Уметь:

- проявлять инициативу при выполнении научно-исследовательских работ, самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий;
- использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах;
- продуктивно использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки; продуктивно работать с источниками информации, выбирать перспективные направления в науке и бизнесе, находить оптимальные пути решения поставленных задач;
- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии.

Способностью осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок (ОПК-5);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- требования к представлению результатов исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях;

Уметь:

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию;
- представлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и докладов;

Владеть:

- навыками работы с нормативной и технической документацией, работы с патентной литературой;
- навыками подготовки первичных материалов для государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных;
- навыками выступления с докладами на конференциях;
- навыками представления результатов исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях.

профессиональных:

Способностью разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей (ПК-1);

В результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- организационные, методические, информационные и метрологические основы научных исследований;
- современные достижения науки и передовой технологии в сфере ДЛА;
- основные технические и программные средства, используемые для решения инженерных и исследовательских задач в науке и теплотехнике;

Уметь:

- разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей;
- принимать решения в области технологий производства ДЛА с учетом энерго- и ресурсосбережения.

Способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач (ПК-2);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Уметь:

- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач
- использовать компьютерные технологии сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта;

Владеть:

- навыками постановки, планирования и проведения научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера;
- навыками использования современных компьютерных и информационных технологий, современными информационными технологиями получения научно-технической информации.

Способностью разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов (ПК-3);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- основы современной методологии теплотехнических измерений и эксперимента, техники измерения теплотехнических параметров как при проведении научных исследований, так и при испытаниях и доводке ДЛА, их агрегатов на различных стадиях жизненного цикла;
- методы и средства теплотехнических и иных измерений;
- методы анализа и математической обработки результатов измерений, их обобщение;
- современные методы исследования проведения технических испытаний (или) проведения научных экспериментов, оценки результатов выполненной работы;
- современные и перспективные компьютерные и информационные технологии для проведения научных исследований и обработки их результатов;

Уметь:

- планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство;
- составлять технические условия на проведение научных исследований и экспериментальных испытаний тепловых двигателей летательных аппаратов и энергоустановок;
- применять современные методы исследования, проводить технические испытания и (или) проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы;
- формировать технические требования к испытательному оборудованию с учётом типа изделия и вида испытания;

Владеть:

- методологией научного познания, методами планирования эксперимента, теорией планирования, управления и контроля процессов движения материальных и информационных потоков;
- навыками разработки новых методов экспериментальных исследований;
- принципами построения теплотехнических измерительных приборов и систем с микропроцессорным управлением;

- навыками проведения технических испытаний (или) проведения научных экспериментов в производственных условиях, оценки результатов выполненной работы.

Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности (ПК-4);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;
- основы математического моделирования, принципы и способы построения; этапы создания математических моделей;
- особенности методов решения для многоуровневых иерархических математических моделей;
- принципы построения математических моделей конструктивных элементов двигателей летательных аппаратов;

Уметь:

- составлять алгоритм решения поставленной задачи, запрограммировать его или подобрать уже известный программный продукт, использовать массив полученных результатов для представления их в наиболее удобной для анализа форме;
- использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового оборудования и ДЛА;

Владеть:

- навыками разработки моделей физических процессов в объектах сферы профессиональной деятельности;
- навыками расчета процессов и тепловых режимов, температурных полей в элементах и узлах ДЛА и энергетических установок, термодинамических свойств газов и жидкостей, решение задач оптимизации с использованием методов математического моделирования;
- навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения для решения теплотехнических задач на ЭВМ (расчеты процессов и тепловых режимов, температурных полей в ДЛА и энергетических установках, термодинамических свойств газов и жидкостей, решение задач оптимизации с использованием методов математического моделирования и т.д.);
- навыками математического моделирования тепловых схем и расчетом режимов работы теплоэнергетических установок на основе ГТД в программных продуктах.

Способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий (ПК-8);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- пути и методы обеспечения высокой топливной экономичности и обоснованной надёжности на проектно-конструкторской и эксплуатационной стадиях жизненного цикла ДЛА, их элементов и узлов;

Уметь:

- пользоваться справочной и другой технической литературой по ДЛА, их элементам и системам, строить алгоритмы их функционирования;
- сформулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией ДЛА, технологического оборудования, мероприятиями по улучшению их эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов;
- использовать современные программные средства для решения проектировочных, исследовательских и организационных задач в области ДЛА и их элементов и узлов;

Владеть:

- навыками выбора и использования необходимых программно-технических средств для решения проектировочных, исследовательских и организационных задач в области ДЛА.

Способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций (ПК-9);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- основы технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений;

Уметь:

- проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций.

Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ (ПК-10);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- основные методические и нормативные документы, техническую документацию в области проектирования ДЛА;

Уметь:

- разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ.

Способностью проводить оценку инновационных потенциалов проектов (ПК-11);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- направления совершенствования на основе новых инновационных технологий производства ДЛА, их элементов и узлов;

Уметь:

- проводить оценку инновационных потенциалов проектов.

Способностью проводить оценку инновационных рисков коммерциализации проектов (ПК-12);

в результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать:

- основные риски, связанные с производством и коммерциализацией проектов по ДЛА и энергоустановкам на их основе;

Уметь:

- проводить оценку инновационных рисков коммерциализации проектов.

3. Место НИР в структуре ОПОП подготовки магистра

Взаимосвязь НИР с учебными дисциплинами и другими частями ОПОП является традиционной, когда одни разделы ОПОП являются предшествующими, а другие последующими. С одной стороны, сама НИР начинается формироваться и выполняться с начала 3 семестра обучения, когда предшествующими могут являться основные дисциплины, изученные на этапе 1 года обучения, с другой стороны, НИР реализуется согласно учебному плану с 4 семестра обучения и практики могут рассматриваться по отношению к НИР и как последующие, и как предшествующие. Исключением является лишь подготовка и защита ВКР магистра, которая естественно рассматривается как последующая по отношению к НИР. С учетом этой специфики приведенное ниже разделение разделов ОПОП и соответствующих знаний, умений и навыков является достаточно условным.

Содержание НИР является логическим продолжением разделов ОПОП, входящих в блок Б1:

- Философия;
- Иностранный язык;
- Системный анализ;
- Современные проблемы создания двигателей ЛА;
- Расчет теплового состояния авиационных конструкций;
- Ракетные и специальные двигатели;
- Расчет теплового состояния лопаток турбин ДЛА при помощи ANSYS CFX;

- Расчет теплообменных процессов в элементах конструкций ДЛА в пакете ANSYS;
- Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов;
- Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА;
- Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

в том числе дисциплин по выбору:

- Прикладные программные комплексы для термогазодинамического моделирования ВРД и наземных ЭУ
или
- *Анализ рабочих процессов в наземных и авиационных энергоустановках при помощи прикладных программных комплексов;*
- Проектирование и расчет элементов конструкций ДЛА из композиционных материалов
или
- *Технологии применения композиционных материалов в АРКТ;*
- Разработка САД-моделей сложных технических объектов;
или
- *3D твердотельное моделирование элементов ДЛА;*
- Системы автоматического проектирования авиационных двигателей
или
- *Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА.*

Содержание НИР служит основой для последующего изучения разделов ОПОП:

- Защита ВКР магистра (магистерской диссертации);
- Прохождения научно-производственной, производственно-технологической и преддипломной практик, а также формирования профессиональной компетентности в профессиональной области:
 - *магистерская программа (направленность, профиль) «Авиационная и ракетно-космическая теплотехника».*

Требования к «входным» компетенциям и соотнесенным к ним результатам образовательной деятельности обучающегося, приобретенным в результате освоения предшествующих частей ОПОП и необходимым при проведении НИР:

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
---	-------------	-----	--	--

			компетенции*	
1	способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень	ОК-1	Базовый уровень	Философия; Системный анализ
2	способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-2	Пороговый уровень	Философия; Системный анализ; Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов; Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
3	способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения	ОК-3	Пороговый уровень	Иностранный язык
4	использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	ОК-4	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Производственно-технологическая практика; Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
5	способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности	ОК-5	Базовый уровень	Психология и педагогика; Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
6	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности	ОК-6	Базовый уровень	Расчет теплового состояния лопаток турбин ДЛА при помощи ANSYS CFX; Расчет теплообменных процессов в элементах

	новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности			конструкций ДЛА в пакете ANSYS; Прикладные программные комплексы для термодинамического моделирования ВРД и наземных ЭУ; Анализ рабочих процессов в наземных и авиационных энергоустановках при помощи прикладных программных комплексов; Разработка САД-моделей сложных технических объектов или 3D твердотельное моделирование элементов ДЛА; Системы автоматического проектирования авиационных двигателей или Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА
7	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры – в области теплотехники)	ОК-7	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов; Производственно-технологическая практика
8	способность выбирать системы обеспечения экологической безопасности при проведении работ	ОПК-1	Пороговый уровень	Ракетные и специальные двигатели; Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
9	способность подготавливать	ОПК-2	Пороговый	Прочность теплонапря-

	ливать заявки на изобретения и промышленные образцы		уровень	женных элементов конструкций ДЛА; Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
10	способность проводить оценку стоимости объектов интеллектуальной деятельности	ОПК-3	Пороговый уровень	Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
11	способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии	ОПК-4	Пороговый уровень	Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; Научно-производственная практика; Производственно-технологическая практика
12	способность осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок	ОПК-5	Пороговый уровень	Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
13	способность осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений	ПК-5	Базовый уровень	Расчет теплового состояния авиационных конструкций; Ракетные и специальные двигатели; Расчет теплового состояния лопаток турбин ДЛА при помощи ANSYS CFX; Расчет теплообменных процессов в элементах конструкций ДЛА в пакете ANSYS; Испытания ДЛА и их

			узлов, методы обработки и анализа их результатов; Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА; Прикладные программные комплексы для термогазодинамического моделирования ВРД и наземных ЭУ или Анализ рабочих процессов в наземных и авиационных энергоустановках при помощи прикладных программных комплексов; Проектирование и расчет элементов конструкций ДЛА из композиционных материалов или Технологии применения композиционных материалов в АРКТ; Разработка САД-моделей сложных технических объектов или 3D твердотельное моделирование элементов ДЛА; Системы автоматического проектирования авиационных двигателей или Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА; Научно-производственная практика;
--	--	--	--

				Производственно-технологическая практика
14	способность проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений и определения показателей технического уровня проектируемых изделий	ПК-6	Пороговый уровень	Расчет теплового состояния авиационных конструкций; Ракетные и специальные двигатели; Расчет теплового состояния лопаток турбин ДЛА при помощи ANSYS CFX; Расчет теплообменных процессов в элементах конструкций ДЛА в пакете ANSYS; Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА; Прикладные программные комплексы для термогазодинамического моделирования ВРД и наземных ЭУ или Анализ рабочих процессов в наземных и авиационных энергоустановках при помощи прикладных программных комплексов; Проектирование и расчет элементов конструкций ДЛА из композиционных материалов или Технологии применения композиционных материалов в АРКТ
15	способность составлять описания принци-	ПК-7	Базовый уровень	Ракетные и специальные двигатели;

	пов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений			Прочность теплонепрерывных элементов конструкций ДЛА; Проектирование и расчет элементов конструкций ДЛА из композиционных материалов или Технологии применения композиционных материалов в АРКТ; Разработка САД-моделей сложных технических объектов или 3D твердотельное моделирование элементов ДЛА; Системы автоматического проектирования авиационных двигателей или Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА; Производственно-технологическая практика
16	способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий	ПК-8	Базовый уровень	Ракетные и специальные двигатели; Системы автоматического проектирования авиационных двигателей или Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА
17	способность проводить технические расчеты по проектам, технико-	ПК-9	Пороговый уровень	Экономика научно-исследовательских и опытно-

	экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций			конструкторских работ; Ракетные и специальные двигатели; Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА; Проектирование и расчет элементов конструкций ДЛА из композиционных материалов или Технологии применения композиционных материалов в АРКТ; Производственно-технологическая практика
18	способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ	ПК-10	Пороговый уровень	Ракетные и специальные двигатели Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА Системы автоматического проектирования авиационных двигателей или Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА; Научно-производственная практика; Производственно-технологическая практика
19	способность проводить оценку инновационных потенциалов проектов	ПК-11	Пороговый уровень	Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

				Ракетные и специальные двигатели; Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА; Научно-производственная практика; Производственно-технологическая практика
20	способность проводить оценку инновационных рисков коммерциализации проектов	ПК-12	Пороговый уровень	Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; Ракетные и специальные двигатели; Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА; Научно-производственная практика; Производственно-технологическая практика
21	способность разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок	ПК-20	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов
22	способность принимать участие в подготовке и проведении испытаний авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА и их агрегатов	ПК-21	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов
23	способность разрабатывать системы измерений эксперимен-	ПК-22	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов

	тальных установок по испытаниям двигателей, их узлов и элементов			
24	способность проводить вторичную обработку и анализ результатов экспериментальных исследований, стендовой, летной отработки и эксплуатации авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок в составе	ПК-23	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов
25	способность проводить диагностику режимов работы авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок	ПК-24	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов
26	способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению испытаний, выбирать методы и средства решения задач	ПК-25	Базовый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов
27	способность разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей	ПК-1	Пороговый уровень	Научно-производственная практика
28	способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-	ПК-2	Пороговый уровень	Современные проблемы создания двигателей ЛА; Научно-производственная прак-

	технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач			тика; Методология науки и производства (в ДЛА и ЭУ) - факультатив
29	способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов	ПК-3	Пороговый уровень	Испытания ДЛА и их узлов, методы обработки и анализа их результатов; Научно-производственная практика
30	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	Пороговый уровень	Расчет теплового состояния авиационных конструкций; Ракетные и специальные двигатели; Расчет теплового состояния лопаток турбин ДЛА при помощи ANSYS CFX; Расчет теплообменных процессов в элементах конструкций ДЛА в пакете ANSYS; Прочность теплонапряженных элементов конструкций ДЛА; Прикладные программные комплексы для термогазодинамического моделирования ВРД и наземных ЭУ или Анализ рабочих процессов в наземных и авиационных энергоустановках при помощи прикладных программных комплексов; Проектирование и рас-

				чет элементов конструкций ДЛА из композиционных материалов или Технологии применения композиционных материалов в АРКТ; Системы автоматического проектирования авиационных двигателей или Современные концепции применения САПР в проектировании ДЛА; Научно-производственная практика
--	--	--	--	---

- **пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;*

*- **базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;*

*- **повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении*

Разделы ОПОП, для которых проведение НИР необходимо в качестве предшествующего этапа:

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управ-	ОК-4	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика;

	лении коллективом			ГИА
2	способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности	ОК-5	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
3	способность подготавливать заявки на изобретения и промышленные образцы	ОПК-2	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
4	способность осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок	ОПК-5	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
5	способность разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей	ПК-1	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
6	способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач	ПК-2	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА

7	способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов	ПК-3	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
8	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности	ПК-4	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
9	способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий	ПК-8	Базовый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
10	способность проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций	ПК-9	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
11	способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ	ПК-10	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА

12	способность проводить оценку инновационных потенциалов проектов	ПК-11	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА
13	способность проводить оценку инновационных рисков коммерциализации проектов	ПК-12	Пороговый уровень	Научно-производственная практика; Преддипломная практика; ГИА

4. Структура и содержание НИР

4.1 Структура НИР

Общая трудоемкость НИР составляет 36 зачетных единиц, 1296 часов.

№ раздела	Наименование раздела НИР	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость часы		
		Индивидуальное задание	Коллективное задание	Всего часов
1	Анализ литературных источников	144	72	216
2	Математическое моделирование	504	144	648
3	Экспериментальное исследование	180	108	288
4	Анализ результатов эксперимента	36	36	72
5	Курсовая работа	36	-	36
6	Курсовой проект	36	-	36
Итого		936	360	1296

4.2 Содержание НИР

Тематика научно-исследовательской работы определяется областью и объектами профессиональной деятельности, предусмотренными ФГОС ВО по направлению «Двигатели летательных аппаратов», проблемным полем, в котором находится магистерская программа «Авиационная и ракетно-космическая теплотехника»:

Методы, средства и способы проектирования, конструирования, исследования, отработки производства, маркетинга и эксплуатации двигателей летательных аппаратов, включая их утилизацию, способных перемещать в атмосфере, гидросфере и в космосе различные летательные аппараты и перемещающиеся в пространстве объекты. Методы теплофизических расчетов и информационных технологий проектирования, конструирования, исследования, испытания и эксплуатации двигателей летательных аппаратов, а также летательных аппаратов, с учетом реализации их рабочих процессов и работы элементов и узлов конструкций в широком диапазоне температур, от уровня криогенных до 4000 К и выше.

Термодинамические и тепло-массообменные процессы в ДЛА и энергоустановках, предназначенных для различного типа летательных аппаратов и наземных комплексов. Комплекс вопросов, связанных со всем жизненным циклом ДЛА, начиная от разработки технических заданий и проектирования объектов, и заканчивая детальными знаниями в области устройства и эксплуатации технических устройств, применяемых в различных типах летательных аппаратах. Оптимизация процессов в ДЛА. Разработка принципов конструирования ДЛА и установок, их математическое и физическое моделирование. Использование современных информационных технологий, пакетов систем автоматизированного проектирования при разработке новых двигательных, энергоустановок и их интеграции в конструкцию летательного аппарата. Проблемы диагностики ДЛА и пути их решения. Режимы работы ДЛА и теплоэнергетических установок. Определение теплового режима изделий РКТ и проектирование средств и систем его обеспечения, в том числе разработка моделей узлов, агрегатов, систем и изделий для проведения тепловых расчетов; проведение расчетов тепловых режимов при проектировании узлов, агрегатов, систем и изделий РКТ; проектирование средств и систем обеспечения теплового режима изделий РКТ; разработка и выпуск проектной и конструкторской документации по тепловому режиму изделий РКТ. Организация экспериментальной отработки теплового режима изделий РКТ, в том числе разработка проектной, конструкторской и эксплуатационной документации на подготовку, проведение и анализ результатов тепловых испытаний изделий РКТ; сопровождение изготовления тепловых моделей и экспериментальных установок; контроль проведения тепловых испытаний изделий РКТ, анализ результатов испытаний, выпуск отчетной документации по результатам испытаний. Проведение научно-исследовательских работ по определению теплового режима изделий РКТ, в том числе определение теплового режима изделий РКТ на всех этапах их жизненного цикла; поиск и систематизация инфор-

мации по тепловому режиму, теплозащитным и теплоизоляционным материалам изделий РКТ; разработка отчетов научно-исследовательских работ по тепловому режиму изделий РКТ. Организация и сопровождение научно-исследовательских, проектных и экспериментальных работ по тепловому режиму изделий РКТ, в том числе организация и контроль проведения теоретических исследований теплового режима при проектировании РКТ; сопровождение и контроль проведения экспериментальных исследований теплового режима изделий РКТ. Организация и координация работ подразделения по определению теплового режима изделий РКТ. Руководство проектно-конструкторскими работами по разработке механических конструкций, систем и агрегатов ЛА, в том числе планирование и организация работ по разработке конструкторской документации на агрегаты, узлы, системы, комплексы подсистем ЛА и на стенды для их испытаний и отработки; подготовка технико-экономических обоснований по выбору вариантов конструкций, агрегатов и систем подсистем ЛА; разработка материалов технического предложения, эскизного проекта подсистем ЛА; поиск и внедрение перспективных технических решений и технологий при проектировании подсистем ЛА; конструкторское сопровождение производства подсистем ЛА. Экологические проблемы и пути их решения. Разработка и создание моделей новых высокоэкономичных и экологически безопасных ДЛА и установок летательных аппаратов. Разработка энергосберегающих технологий при производстве ДЛА.

Как правило, тема исследований магистрантов и предварительное содержание работы формируются совместно выпускающей кафедрой и конкретными предприятиями и подразделениями предприятий Республики Башкортостан и г. Уфы, специализирующимися на проектировании, производстве, испытаниях и ремонте ДЛА, их узлов и элементов, куда предварительно распределяются магистранты сразу после поступления в магистратуру.

Ниже, в качестве примера, приведены возможные темы НИР:

- Исследование процесса горения в камере сгорания авиационных ВРД при помощи численного моделирования.
- Анализ теплового состояния рабочих лопаток турбины высокого давления ТРДДФ АЛ-31ФП на различных режимах при помощи численного моделирования.
- Исследование и оптимизация гидравлического сопротивления выходного такта ГПА-16Р на базе АЛ-31СТ по инженерным и 3D-численным методикам.
- 3D-численное исследование шума от авиационных ВРД на режимах взлёта и посадки.
- Моделирование вредных выбросов в КС (NO_x и СО) авиационных ВРД на режиме взлёта/посадки и на режиме крейсерского полёта.
- Расчёт теплового состояния элементов конструкции выходного тракта авиационных ВРД для снижения ИК-заметности в задней полусфере.
- Проектирование авиационных ВРД на криотопливе.

- Расчёт теплового состояния жаровой трубы камеры сгорания авиационных ГТД.

- Расчёт теплового состояния жаровой трубы форсажной камеры сгорания авиационных ГТД на различных режимах.

- Исследование влияния неравномерности поля параметров на выходе из узлов КС и ФКС на различных режимах на тепловое состояние последующих элементов проточной части.

- Использование хладоресурса криотоплива для охлаждения теплонапряженных элементов проточной части авиационных ВРД.

- Влияние неравномерности поле параметров на входе в КС и ФКС на различных режимах на параметры и характеристики процесса горения.

- Установка для исследования теплоотдачи на лопатках турбины с пленочной теплозащитой.

- Установка для исследования теплоотдачи в отверстиях, типичных для перфорации турбинных лопаток.

- Тепловое состояние камеры сгорания ГТД.

- Тепловое состояние форсажной камеры ГТД.

- Системы кондиционирования воздушных судов.

- Система тепловой стабилизации космических аппаратов.

- Тепловое воздействие при входе космического аппарата в плотные слои атмосферы.

- Анализ работы системы охлаждения турбины.

- Тепловое состояние выхлопной системы авиационных ДВС.

- Тепловое состояние ПВРД.

- Процессы в сопле РДТТ.

- Анализ системы скачков уплотнения на конусе в сверхзвуковом потоке.

- Анализ теплового воздействия выхлопных струй двигателей на пусковые устройства средств выведения космических аппаратов.

- Разработка стенда для оценки теплового состояния рабочей лопатки ТНД.

- Выработка диагностических признаков работы ДЛА.

- Разработка проекта стенда по оценки теплового воздействия сверхзвукового потока на летательный аппарат.

- Разработка проекта электроракетного двигателя.

Содержание НИР включает в себя поиск и анализ литературных источников по тематике НИР; подготовка реферата; математическое моделирование; численное моделирование; компьютерное моделирование; экспериментальное исследование; макетирование; анализ результатов; выполнение курсовой работы и курсового проекта; оформление отчетных материалов; оформление электронной презентации по результатам НИР; формирование портфолио НИР; защита отчета по НИР.

5. Формы проведения НИР

Индивидуальное задание – 936 часов.

Выполнение индивидуального задания имеет своей целью формирование следующих знаний, умений и навыков:

знания:

- основы применения современных методов научных исследований;
- современные информационные технологии получения научно-технической информации;
- профессиональная лексика, информационные технологии;
- организационные, методические, информационные и метрологические основы научных исследований;
- основы применения современных методов научных исследований;
- современные информационные технологии получения научно-технической информации;
- основная терминология из сферы ДЛА и ЛА на иностранном языке;
- современные достижения науки и передовой технологии в сфере ДЛА;
- особенности рабочего процесса в ДЛА и установках различных схем;
- особенности построения систем и комплексов, способных производить комплексную оценку состояния ДЛА по признакам различной природы, с формированием заключений и рекомендаций;
- основные технические и программные средства, используемые для решения инженерных и исследовательских задач в науке и теплоэнергетике;
- типы альтернативных ДЛА и энергоустановок для решения идентичной задачи;
- пути и методы обеспечения высокой топливной экономичности и обоснованной надёжности на проектно-конструкторской и эксплуатационной стадиях жизненного цикла ДЛА и энергоустановок на их основе;
- методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;
- основы математического моделирования, принципы и способы построения; этапы создания математических моделей;
- особенности методов решения для многоуровневых иерархических математических моделей;
- принципы построения математических моделей конструктивных элементов ДЛА и энергоустановок на их основе;
- направления совершенствования на основе новых инновационных технологий производства ДЛА и энергоустановок на их основе;
- основы современной методологии теплотехнических измерений и эксперимента, техники измерения теплотехнических параметров как при проведении научных исследований, так и при испытаниях и доводке ДЛА и энергоустановок на их основе, их агрегатов на различных стадиях жизненного цикла;
- основы организации диагностических исследований и ремонтных мероприятий ДЛА и энергоустановок на их основе;

- методы и средства теплотехнических измерений;
- методы анализа и математической обработки результатов измерений, их обобщение;
- современные методы исследования проведения технических испытаний (или) проведения научных экспериментов, оценки результатов выполненной работы;
- современные и перспективные компьютерные и информационные технологии для проведения научных исследований и обработки их результатов;
- требования к представлению результатов исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях;
- основы технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений;
- права авторов, предприятия работодателя, права патентообладателя;
- основные риски, связанные с производством и коммерциализацией проектов по ДЛА и энергоустановкам на их основе;

умения:

- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения;
- продуктивно использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки; продуктивно работать с источниками информации, выбирать перспективные направления в науке и бизнесе, находить оптимальные пути решения поставленных задач;
- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- проявлять инициативу при выполнении научно-исследовательских работ, самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий;
- использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах;
- разрабатывать алгоритмы реализации математических моделей на ЭВМ с использованием программных продуктов;
- проводить поиск по источникам патентной информации;
- пользоваться основными нормативными документами по вопросам интеллектуальной собственности;
- подготавливать заявочные материалы для защиты результатов интеллектуальной деятельности;
- использовать иностранный язык в профессиональной сфере;
- пользоваться справочной и другой технической литературой по ДЛА, аппаратам, системам, строить алгоритмы их функционирования;
- использовать современные программные средства для решения проектировочных, исследовательских и организационных задач в области ДЛА и энергоустановок на их основе;

- использовать компьютерные технологии моделирования процессов и обработки результатов;
- сформулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией ДЛА и энергоустановок на их основе, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов;
- принимать решения в области ДЛА, теплотехники и теплотехнологии с учетом энерго- и ресурсосбережения;
- составлять алгоритм решения поставленной задачи, запрограммировать его или подобрать уже известный программный продукт, использовать массив полученных результатов для представления их в наиболее удобной для анализа форме;
- использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора серийного и разработки новых ДЛА и энергоустановок на их основе;
- проверять работоспособность ДЛА и энергоустановок на их основе;
- формировать технические требования к испытательному оборудованию с учётом типа изделия и вида испытания;
- планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство;
- составлять технические условия на проведение научных исследований и экспериментальных испытаний ДЛА и энергоустановок;
- применять современные методы исследования, проводить технические испытания и (или) проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы;
- соблюдать права авторов, предприятия работодателя, права патентообладателя;
- выполнять требования к представлению результатов исследования в виде отчетов, рефератов, докладов, научных публикаций и на публичных обсуждениях;

владения:

- навыками использования представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки в НИР;
- навыками применения современных методов научных исследований, их анализа и обобщения;
- навыками постановки, планирования и проведения научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера;
- навыками использования современных компьютерных и информационных технологий, современными информационными технологиями получения научно-технической информации;
- навыками самостоятельного освоения программных продуктов;
- навыками ведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий;
- технического перевода научных и технических текстов из сферы ДЛА и энергоустановок на их основе;

- современными проблемами ДЛА и энергоустановок на их основе;
- навыками выбора и использования необходимых программно-технических средств для решения проектировочных, исследовательских и организационных задач в области ДЛА и энергоустановок на их основе;
- навыками расчета процессов и тепловых режимов, температурных полей в ДЛА и энергетических установках, термодинамических свойств газов и жидкостей, решение задач оптимизации с использованием методов математического моделирования;
- навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения для решения теплоэнергетических задач на ЭВМ (расчеты процессов и тепловых режимов, температурных полей в ДЛА и энергетических установках, термодинамических свойств газов и жидкостей, решение задач оптимизации с использованием методов математического моделирования и т.д.);
- навыками математического моделирования тепловых схем и расчетом режимов работы ДЛА и энергоустановок на их основе в программных продуктах;
- навыками разработки моделей физических процессов в объектах сферы профессиональной деятельности;
- навыками проведения технических испытаний (или) проведения научных экспериментов в производственных условиях, оценки результатов выполненной работы;
- методологией научного познания, методами планирования эксперимента, теорией планирования, управления и контроля процессов движения материальных и информационных потоков;
- навыками разработки новых методов экспериментальных исследований;
- навыками постановки, планирования и проведения научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера;
- принципами построения теплотехнических измерительных приборов и систем с микропроцессорным управлением;
- работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования теплотехнических систем;
- навыками работы в коллективе, готовностью генерировать (креативность) и использовать новые идеи.
- навыками работы с нормативной и технической документацией, работы с патентной литературой;
- навыками подготовки первичных материалов для государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных;
- навыками выступления с докладами на конференциях;
- навыками представления результатов исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях.

Примерный перечень выполняемых работ и их содержание:

№ п/ п	Номер раздела НИР	Объ- ем, часов	Наименование этапа НИР	Содержание (раскрываемые во- просы)
1	1	144	Анализ литературных ис- точников	Поиск и анализ лите- ратурных источников по тематике НИР, подготовка реферата
2	2	504	Математическое моделиро- вание	Математическое мо- делирование; числен- ное моделирование; компьютерное моде- лирование
3	3	180	Экспериментальное иссле- дование	Планирование экспе- риментов; подготовка экспериментов в час- ти установки для ис- следования, приме- няемой аппаратуры; разработка методики проведения экспери- ментов
4	4	36	Анализ результатов экспе- римента	Анализ результатов; оформление отчет- ных материалов; оформление элек- тронной презентации по результатам НИР; формирование порт- фолио НИР; защита отчета по НИР
5	5	36	Курсовая работа	Поиск параметров двигателя-прототипа, обзор литературных источников, иденти- фикация модели дви- гателя; модернизация модели двигателя в соответствии задани- ем на КР; исследова- ние протекания ха- рактеристик двигате- ля в различных усло-

				виях и режимах; проектирование узла турбины (разбиение работы по ступеням, проектирование проточной части, профилирование лопаток, определение числа лопаток). Защита КР.
6	6	36	Курсовой проект	Определение теплового состояния охлаждаемых рабочих лопаток турбины по инженерным методикам и при помощи 3D-численного моделирования. Выполнение прочностных расчётов проектируемого узла. Формирование 3-D геометрической модели проектируемого узла. Разработка чертежа общего вида. Защита КП.
Всего часов		936		

Курсовая работа

Курсовая работа выполняется в 3 семестре обучения.

Тема курсовой работы: «Моделирование ДЛА как тепловой машины и расчет/проектирование узла турбины». Задания на выполнение курсовой работы индивидуальные и определяются с учетом задания на НИР (темы НИР).

Цели курсовой работы:

1. Формирование навыков и умений работы с современными прикладными программными комплексами при проектировании авиационных газотурбинных воздушно-реактивных двигателей и наземных энергетических установок на их базе.

2. Формирование навыков и компетенций, необходимых для моделирования параметров и характеристик авиационных газотурбинных воздушно-реактивных двигателей и наземных энергетических установок на их базе в различных условиях и режимах (высотно-скоростные характеристики, дроссельные, климатические, нагрузочные).

3. Формирование навыков и умений, необходимых при проектировании теплонапряженных узлов турбин авиационных газотурбинных воздушно-реактивных двигателей и наземных энергетических установок на их базе.

Задачи:

1) формирование у магистрантов необходимых знаний о порядке и содержании термогазодинамического расчёта двигателя и определения параметров его проточной части на различных режимах;

2) закрепление навыков в решении практических задач при разработке и проектировании авиационных двигателей и их отдельных узлов;

3) формирование у студентов необходимых навыков работы с прикладными программными комплексами при проектировании авиационных двигателей.

Примерные темы заданий на курсовые работы:

1. Термогазодинамический расчёт силовой установки (авиационный ВРД/ГТД, наземная ГТУ). Двигатели-прототипы – серийно изготавливаемые в нашей стране и за рубежом авиационные двигатели и энергетические установки на их базе.

2. Исследование характеристик силовой установки на различных режимах (ВСХ, дроссельная, нагрузочная, климатическая).

3. Проектирование узла турбины (разбиение работы по ступеням, профилирование проточной части, профилирование рабочих лопаток турбин по среднему диаметру и по высоте).

Краткое содержание курсовой работы:

Курсовая работа является разделом НИР и выполняется в рамках индивидуального задания. Задание на курсовую работу выдается студентам на 9 учебных недель в 3 семестре обучения и выполняется в рамках времени, отведенного на НИР.

Преподаватель обеспечивает еженедельный контроль за ходом выполнения работы, проводит консультации, указывает на ошибки, оценивает объем выполненных работ в процентах.

Оценка за курсовую работу выставляется исходя из критериев оригинальности и качества выполненной работы с учетом уровня знаний, показанных студентом во время защиты.

Тема задания по курсовой работе определяется преподавателем.

Объем пояснительной записки должен составлять 25-30 страниц машинописного текста. Пояснительная записка предоставляется в электронном виде и на бумажном носителе.

В пояснительной записке должны содержаться принципиальная схема силовой установки, определенной в задании, которая снабжается подробным описанием принципа действия и конструкции.

Далее проводится обзор источников по данным двигателя-прототипа, проводится идентификация модели, определяется погрешность моделирования.

Студенты должны четко понимать, изменением каких технических параметров узлов и в каком диапазоне изменения можно добиться совпадения параметров силовой установки и модели.

Затем студент должен исследовать характеристики моделируемой силовой установки на различных режимах (в соответствии с заданием): при различных режимах работы, в различных высотно-скоростных и климатических условиях, при различных нагрузках.

После этого студент должен более детально рассчитать один из узлов проектируемой силовой установки – турбину (в соответствии с заданием на курсовую работу) по среднему диаметру и по высоте при помощи прикладных программных комплексов.

По результатам выполнения курсовой работы студент строит схему проточной части двигателя с указанием всех необходимых размеров проточной части и более детальную схему рассчитываемого узла.

Навыки моделирования силовой установки и его отдельного узла будут необходимы студентам в будущей профессиональной деятельности и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Пример типового задания на курсовую работу:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ЭНЕРГЕТИКИ И
ТРАНСПОРТА
Кафедра авиационной теплотехники и теплоэнергетики

Утверждаю
Зав. кафедрой АТиТ
_____ Ф.Г. Бакиров
« ____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ №
магистранту _____, группа _____
на курсовую работу по теме

«Моделирование ДЛА как тепловой машины и расчет/проектирование узла турбины».

Тема индивидуального задания: «Моделирование силовой установки и её отдельных узлов».

1. Тема проекта: Выполнить термогазодинамический расчёт: _____ (ТРД, ТРДФ, ТРДД, ТРДДФ, ГТУ и т.п.)

2. Спроектировать узел _____ (ТВД, ТСД, ТНД, СТ)

3. Рекомендуемый прототип: _____

4. Содержание проекта:

4.1. Термогазодинамический расчёт силовой установки.

4.2. Описание принципа действия и конструкции силовой установки – прототипа.

4.3. Исследование характеристик _____ (ВСХ, нагрузочная, дроссельная, климатическая).

4.4. Расчёт узла турбины, профилирование лопаток.

4.5. Выполнить схему проточной части двигателя с указанием всех необходимых размеров и более детальную схему рассчитываемого узла.

Примечание:

1) расчётно-пояснительная записка выполняется на бумажном носителе и в электронном виде на 5-10 листах, формат А4.

2) расчётно-пояснительная записка выполняется в электронном виде и на бумажном носителе на 25-30 листах, формат А4.

Требования к оформлению: пояснительная записка должна быть набрана в MSWord, Office 2007. Оформление пояснительной записки должно быть выполнено в соответствии с требованиями УГАТУ к пояснительным запискам к курсовым и дипломным проектам, рисунки, схемы, графики должны быть сделаны в Adobe Photoshop (либо ином графическом редакторе), отчет должен включать основные результаты расчетов, требуемые графики, схемы, анализ результатов. В заключении должен быть сделан вывод. Последний лист пояснительной записки должен иметь лист с источниками литературы, которые использовались при выполнении задания. Пояснительная записка, представленная на бумажном носителе, должна быть идентична электронному.

Консультант работы _____
(подпись, Ф.И.О.)

Задание выдано «__» _____ 201__г.

Срок сдачи работы «__» _____ 201__г.

Вопросы к защите курсовой работы

– Что представляет собой топологическая модель силовой установки в СИМ DVIGwT?

– Как влияет изменение КПД компрессора на общие параметры моделируемой силовой установки?

– Какие физические представления и математические формулы используются в математических моделях узлов в СИМ DVIGwT?

– Как влияет программа регулирования двигателя на применённый закон расчёта?

– Как влияет схема силовой установки на закон расчёта?

– Поясните графики изменения основных параметров силовой установки в зависимости от изменения внешних факторов или режима работы?

– Основные прикладные программные комплексы для проведения различных термогазодинамических расчётов. Их основные особенности, преимущества и недостатки.

– Основные программные комплексы для моделирования турбин?

– Основные физические представления и математические формулы применённые при моделировании турбины в курсовой работе?

– Основные предположения и допущения при термогазодинамическом моделировании силовой установки в курсовой работе.

– Основные предположения и допущения при расчёте параметров установки на различных режимах в курсовой работе.

– Основные схемы проточной части турбин, анализ их достоинств и недостатков.

– Распределение работ по каскадам и ступеням турбин.

– Основные законы профилирования лопаток турбин по высоте.

– Активные и реактивные турбины.

– Основные типы охлаждения лопаток турбин.

Критерии оценки знаний при защите курсовой работы

Знания студентов оцениваются по четырехбалльной системе. Критерии оценок приводятся ниже.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если:

- пояснительная записка оформлена грамотно и в соответствии с нормативными документами. При ответе на теоретический вопрос студент проявляет всестороннее, глубокое знание теоретического материала, включая материал, рекомендованный к самостоятельному изучению, проявляет творческие способности и логичность в понимании и изложении материала, способен объяснять его на примере самостоятельно предложенных практических примеров, способен активно комментировать представленный ответ.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если:

- пояснительная записка оформлена грамотно и в соответствии с нормативными документами. Студент усвоил теоретический материал, включая и материал, рекомендованный к самостоятельному изучению, способен объяснить его на предложенном преподавателе примере или в рамках заданного теоретического вопроса, грамотно и логично излагает освоенный материал.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если:

- пояснительная записка оформлена с незначительными замечаниями, при её оформлении допущены некоторые незначительные отклонения от требований нормативных документов. Студент полностью усвоил материал и материал, выданный для самостоятельной работы, может его ретранслировать, приводить практические примеры, но испытывает затруднения с аргументацией своего ответа. Уровень теоретических знаний соответствует уровню освоения данной компетенции и достаточен для дальнейшего обучения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в теоретических знаниях.

Курсовой проект

Курсовой проект выполняется в 4 семестре обучения.

Тема курсового проекта: «Проектирование теплонапряженных элементов ДЛА с применением информационных технологий».

Задания на выполнение курсового проекта индивидуальные и определяются с учетом задания на НИР (темы НИР).

Цель курсового проекта:

Формирование систематизированных знаний о современных подходах и технологиях проектирования теплонапряженных элементов силовых установок, об основных методах и алгоритмах тепловых и прочностных расчетов газовых турбин авиационных двигателей и наземных энергетических установок.

Задачи:

- формирование у магистрантов знаний о современных подходах к проведению тепловых расчётов и проектированию лопаток турбин со сложной, комбинированной системой тепловой защиты;
- закрепление навыков в решении задач обеспечения прочности теплонапряженных элементов ДЛА и наземных энергетических установок на их базе;
- формирование знаний о путях совершенствования тепловой защиты лопаток турбин;
- использование современных и перспективных компьютерных и информационных технологий.

Примерные темы курсового проекта:

1. Тепловой и прочностной расчет турбины высокого давления ТРДФ с конвективно-плёночной системой охлаждения.

2. Тепловой и прочностной расчет турбины среднего давления ТРДД с конвективной системой охлаждения.
3. Тепловой и прочностной расчет рабочей лопатки турбины низкого давления ТРДДФсм с петлевой системой охлаждения.
4. Проектирование свободной турбины наземной энергетической установки, прочностные расчёты соединения рабочих лопаток с дисками.
5. Анализ вариантов тепловой защиты соловых лопаток турбины высокого давления современного ТРДДФсм.

Краткое содержание курсового проекта:

Курсовой проект является разделом НИР и выполняется в рамках индивидуального задания. Задание на курсовой проект выдается студентам на 9 учебных недель в 4 семестре обучения и выполняется в рамках времени, отведенного на НИР.

Преподаватель обеспечивает еженедельный контроль за ходом выполнения проекта, проводит консультации, указывает на ошибки, оценивает объем выполненных работ в процентах.

Оценка за курсовой проект выставляется исходя из критериев оригинальности и качества выполненной работы с учетом уровня знаний, показанных студентом во время защиты.

Тема курсового проекта определяется преподавателем.

Объем пояснительной записки должен составлять 25-30 страниц машинописного текста. Пояснительная записка предоставляется в электронном виде и на бумажном носителе.

В пояснительной записке должны содержаться принципиальная тепловая схема технического устройства, определенного в задании, которая снабжается подробным описанием принципа действия.

Далее проводится обзор научно-технической литературы и патентная проработка темы. Определяются аналоги рассматриваемого устройства, анализируются достоинства и недостатки, приводятся структурные схемы.

На основе выполненной в предыдущем семестре курсовой работы, в соответствии с заданием, проектируется система охлаждения лопаток турбины. Проводится исследование теплоотдачи в отверстиях перфорации лопаток турбин. Оценивается тепловая эффективность теплозащиты лопаток по инженерным методикам и при помощи 3D-численного термогазодинамического моделирования.

Рассчитывается напряжённо-деформированное состояние элементов ДЛА по инженерным методикам и при помощи 3D-численного моделирования. При необходимости вносятся коррективы в конструкцию.

Изготавливается 3D модель проектируемого узла в CAD системе NX.

Выполняется чертёж общего вида проектируемого узла и системы охлаждения. Оформляется пояснительная записка, в которой приводятся результаты тепловых и прочностных расчётов. Проводится их сравнительный анализ. Делается заключение о работоспособности узла.

Пример типового задания на курсовой проект:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ЭНЕРГЕТИКИ И
ТРАНСПОРТА
Кафедра авиационной теплотехники и теплоэнергетики

Утверждаю
Зав. кафедрой АТиТ
_____ Ф.Г. Бакиров
« _____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ № 1-П

магистранту _____, группа _____
на курсовой проект по НИР

«Проектирование теплонапряженных элементов ДЛА с применением информаци-
онных технологий».

Тема индивидуального задания: «Тепловой и прочностной расчёт теплонапря-
женных элементов конструкции ДЛА».

1. Тема проекта: Выполнить тепловой и прочностной расчёт теплонапряжён-
ного узла _____ (ТВД, ТСД, ТНД, СТ) _____ (ТРД, ТРДФ,
ТРДД, ТРДДФ, ГТУ и т.п.)

2. Рекомендуемый прототип: _____

3. Режимные параметры: _____

4. Содержание проекта:

4.1. Обзор научно-технической литературы и патентная проработка на тему:

_____.

4.2. Исследование теплоотдачи в отверстиях перфорации лопаток турбин.

4.3. Оценка тепловой эффективности теплозащиты лопаток по инженерным
методикам.

4.4. Оценка тепловой эффективности теплозащиты лопаток при помощи 3D-
численного термогазодинамического моделирования.

4.5. Расчёт напряжённо-деформированное состояние теплонапряженных эле-
ментов ДЛА по инженерным методикам и при помощи 3D-численного моде-
лирования.

4.6. 3D модель проектируемого узла в CAD системе NX.

4.7. Чертёж общего вида проектируемого узла и системы охлаждения

Примечание:

- 1) расчётно-пояснительная записка выполняется на бумажном носителе и в электронном виде на 5-10 листах, формат А4.
- 2) расчётно-пояснительная записка выполняется в электронном виде и на бумажном носителе на 25-30 листах, формат А4.

Требования к оформлению: пояснительная записка должна быть набрана в MSWord, Office 2007. Оформление пояснительной записки должно быть выполнено в соответствии с требованиями УГАТУ к пояснительным запискам к курсовым и дипломным проектам, рисунки, схемы, графики должны быть сделаны в Adobe Photoshop (либо ином графическом редакторе), отчет должен включать основные результаты расчетов, требуемые графики, схемы, анализ результатов. В заключении должен быть сделан вывод. Последний лист пояснительной записки должен иметь лист с источниками литературы, которые использовались при выполнении задания. Пояснительная записка, представленная на бумажном носителе, должна быть идентична электронному.

Консультант работы _____
(подпись, Ф.И.О.)

Задание выдано «__» _____ 201_г.

Срок сдачи работы «__» _____ 201_г.

Вопросы к защите курсового проекта:

1. Основные системы обеспечения тепловой защиты лопаток газовых турбин.
2. Теплозащитные покрытия рабочих и сопловых лопаток газовых турбин, их особенности, преимущества и недостатки.
3. Основные типы систем охлаждения лопаток турбин, сравнительный анализ их эффективности.
4. Основные методики оценки теплового состояния теплонапряженных элементов конструкции ДЛА.
5. Основные предположения и допущения в методике определения теплового состояния лопаток в данном курсовом проекте.
6. Основные предположения и допущения при моделировании теплового состояния теплонапряженных элементов конструкции при помощи 3D численного моделирования.
7. Основные модели для определения напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции.
8. Основные предположения при расчёте элементов конструкции на прочность по инженерным методикам.
9. Основные предположения при расчёте элементов конструкции на прочность при помощи 3D численного моделирования.
10. Каким образом формируются цели исследования теплоотдачи?

11. Каким образом формируются цели исследования теплоотдачи применительно к задачам данного курсового проекта?
12. Какие теоретические разделы, физические представления и математические формулы из предыдущих дисциплин используются в данном курсовом проекте?
13. Какие пути достижения цели выбраны при выполнении данного курсового проекта?
14. В чем заключается обработка, анализ и обобщение результатов данного курсового проекта?
15. Какие способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения Вы приобрели при выполнении данного курсового проекта?
16. Объясните основные цели исследования теплоотдачи для данного курсового проекта.
17. Опишите основные формулы из изученных разделов дисциплины, используемые в качестве теоретической базы при выполнении данного курсового проекта.
18. Подробно опишите методику проведения исследований для данного курсового проекта.
19. Перечислите основные критерии работоспособности проектируемого узла и способы их обеспечения.

Критерии оценки знаний при защите курсового проекта

Знания студентов оцениваются по четырех балльной системе. Критерии оценок приводятся ниже.

Зачет с оценкой по курсовому проекту	Всестороннее, систематизированное и глубокое знание теоретического материала, в том числе сверх лекционного материала, умение привести примеры, наличие интересной и перспективной идеи при анализе практического материала, умение делать выводы.	отлично
	Достаточно полное знание учебного материала, умение использовать знания для всестороннего анализа практических ситуаций и делать выводы.	хорошо
	Минимум теоретических знаний, необходимый для продолжения обучения, поверхностный анализ ситуаций (выполнения практических заданий).	удовлетворительно
	Отсутствие теоретических знаний на достаточном для продолжения обучения уровне и способностей к самостоятельной аналитической деятельности.	неудовлетворительно

Формы проведения НИР, как правило, включают в себя поиск и анализ литературных источников по тематике НИР; подготовка реферата; математическое моделирование; численное моделирование; компьютерное моделирование; экспериментальное исследование; макетирование; анализ результатов; выполнение курсовой работы и курсового проекта; оформление отчетных материалов; оформление электронной презентации по результатам НИР; формирование портфолио НИР; защита отчета по НИР.

НИР в содержательном плане может включать в себя только теоретическое исследование и моделирование или только экспериментальное исследование и обработку и анализ результатов экспериментов.

План научно-исследовательской работы составляется в начале каждого семестра студентом совместно с руководителем, где формулируются тематика (разделы общей темы), задачи и содержание исследования в конкретном семестре и составляется график работ. Основой для составления плана по научно-исследовательской работе является тема и примерное содержание магистерской диссертации. Научно-исследовательская работа в 3 семестре в большей мере посвящена проведению литературного и патентного поиска по поставленной проблеме, оформлению документации по итогам изобретательской деятельности и по защите интеллектуальной собственности, формулировке задач в области теплоэнергетики. В 4 семестре научно-исследовательская работа направлена на решение конкретных задач (проблем) на предприятиях, которые обсуждаются совместно со специалистами предприятия. По итогам этих обсуждений и коррекций окончательно формулируется содержание магистерской диссертации во время научно-производственной практики в 4 семестре. При необходимости проводятся дополнительные теоретические исследования, расчеты. В течение всего периода обучения в магистратуре студент еженедельно консультируется с руководителем. В конце каждого семестра студент готовит доклад, материалы к опубликованию для внутривузовского издания, для участия в студенческих, молодежных и других конференциях различного уровня. По результатам научно-исследовательской работы в конце третьего семестра учебным планом предусмотрен зачет, в конце 4 семестра зачет с оценкой, а также предусмотрены дифференцированный зачет по курсовой работе в 3 семестре и курсовому проекту в 4 семестре.

Коллективное задание – 360 часов.

Выполнение коллективного задания имеет своей целью формирование следующих знаний, умений и навыков:

знания:

- методологические основы научного познания и творчества, роль научной информации в развитии науки, основные закономерности развития науки и техники;
- профессиональная лексика, информационные технологии;
- организационные, методические, информационные и метрологические осно-

вы научных исследований;

- основы применения современных методов научных исследований;
- современные информационные технологии получения научно-технической информации;
- основная терминология из сферы ДЛА и энергоустановок на их основе на иностранном языке;
- современные достижения науки и передовой технологии в сфере ДЛА и энергоустановок на их основе;
- особенности рабочего процесса в ДЛА и установках различных схем;
- принципы построения, особенности структурной организации, алгоритмы функционирования наиболее распространенных и перспективных ДЛА и энергоустановок на их основе, приборов, аппаратов, систем и комплексов;
- особенности построения систем и комплексов, способных производить комплексную оценку состояния ДЛА и энергоустановок на их основе по признакам различной природы, с формированием заключений и рекомендаций;
- основные технические и программные средства, используемые для решения инженерных и исследовательских задач в науке и теплотехнике;
- пути и методы обеспечения высокой топливной экономичности и обоснованной надёжности на проектно-конструкторской и эксплуатационной стадиях жизненного цикла - типы альтернативных ДЛА и энергоустановок на их основе;
- методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;
- основы математического моделирования, принципы и способы построения; этапы создания математических моделей;
- особенности методов решения для многоуровневых иерархических математических моделей;
- принципы построения математических моделей конструктивных элементов ДЛА и энергоустановок на их основе;
- основы технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений;
- направления совершенствования на основе новых инновационных технологий производства ДЛА и энергоустановок на их основе;
- основы современной методологии теплотехнических измерений и эксперимента, техники измерения теплотехнических параметров как при проведении научных исследований, так и при испытаниях и доводке ДЛА и энергоустановок на их основе, их агрегатов на различных стадиях жизненного цикла;
- особенности построения систем и комплексов, способных производить комплексную оценку состояния ДЛА и энергоустановок на их основе по признакам различной природы, с формированием заключений и рекомендаций;
- основы организации диагностических исследований и ремонтных мероприятий;
- методы и средства теплотехнических измерений;
- методы анализа и математической обработки результатов измерений, их обобщение;

- современные методы исследования проведения технических испытаний (или) проведения научных экспериментов, оценки результатов выполненной работы;
- современные и перспективные компьютерные и информационные технологии для проведения научных исследований и обработки их результатов;
- требования к представлению результатов исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях;

умения:

- находить творческие решения профессиональных задач, готовность принимать нестандартные решения;
- продуктивно использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки; продуктивно работать с источниками информации, выбирать перспективные направления в науке и бизнесе, находить оптимальные пути решения поставленных задач;
- анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- проявлять инициативу при выполнении научно-исследовательских работ, самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий;
- использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах;
- разрабатывать алгоритмы реализации математических моделей на ЭВМ с использованием программных продуктов;
- проводить поиск по источникам патентной информации;
- пользоваться основными нормативными документами по вопросам интеллектуальной собственности;
- подготавливать заявочные материалы для защиты результатов интеллектуальной деятельности;
- использовать иностранный язык в профессиональной сфере;
- пользоваться справочной и другой технической литературой по энергетическому оборудованию, аппаратам, системам, строить алгоритмы их функционирования;
- использовать современные программные средства для решения проектных, исследовательских и организационных задач в области ДЛА и энергоустановок на их основе;
- использовать компьютерные технологии моделирования процессов и обработки результатов;
- сформулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией ДЛА и энергоустановок на их основе, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов;

- принимать решения в области ДЛА и энергоустановок на их основе, теплотехники и теплотехнологии с учетом энерго- и ресурсосбережения;
- составлять алгоритм решения поставленной задачи, запрограммировать его или подобрать уже известный программный продукт, использовать массив полученных результатов для представления их в наиболее удобной для анализа форме;
- использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора серийных и разработки новых ДЛА и энергоустановок на их основе;
- проверять работоспособность типовых ДЛА и энергоустановок на их основе;
- формировать технические требования к испытательному оборудованию с учётом типа изделия и вида испытания;
- планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, давать практические рекомендации по их внедрению в производство;
- составлять технические условия на проведение научных исследований и экспериментальных испытаний ДЛА и энергоустановок на их основе;
- применять современные методы исследования, проводить технические испытания и (или) проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы;
- соблюдать права авторов, предприятия работодателя, права патентообладателя;
- представлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и докладов;

владения:

- навыками использования представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки в НИР;
- навыками применения современных методов научных исследований, их анализа и обобщения;
- навыками постановки, планирования и проведения научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера;
- навыками использования современных компьютерных и информационных технологий, современными информационными технологиями получения научно-технической информации;
- навыками самостоятельного освоения программных продуктов;
- навыками работы в коллективе, готовностью генерировать (креативность) и использовать новые идеи;
- навыками ведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий;
- технического перевода научных и технических текстов из сферы ДЛА и энергоустановок на их основе;
- современными проблемами ДЛА и энергоустановок на их основе, теплотехники и теплотехнологии;

- навыками выбора и использования необходимых программно-технических средств для решения проекторочных, исследовательских и организационных задач в области ДЛА и энергоустановок на их основе;
- навыками расчета процессов и тепловых режимов, температурных полей в ДЛА и энергоустановках на их основе, термодинамических свойств газов и жидкостей, решение задач оптимизации с использованием методов математического моделирования;
- навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения для решения теплоэнергетических задач на ЭВМ (расчеты процессов и тепловых режимов, температурных полей в ДЛА и энергоустановках на их основе, термодинамических свойств газов и жидкостей, решение задач оптимизации с использованием методов математического моделирования и т.д.);
- навыками математического моделирования тепловых схем и расчетом режимов работы ДЛА и энергоустановок на их основе в программных продуктах;
- навыками разработки моделей физических процессов в объектах сферы профессиональной деятельности;
- навыками проведения технических испытаний (или) проведения научных экспериментов в производственных условиях, оценки результатов выполненной работы;
- методологией научного познания, методами планирования эксперимента, теорией планирования, управления и контроля процессов движения материальных и информационных потоков;
- навыками разработки новых методов экспериментальных исследований;
- навыками постановки, планирования и проведения научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера;
- принципами построения теплотехнических измерительных приборов и систем с микропроцессорным управлением;
- работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования теплотехнических систем;
- навыками работы с нормативной и технической документацией, работы с патентной литературой;
- навыками подготовки первичных материалов для государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных;
- навыками выступления с докладами на конференциях;
- навыками представления результатов исследования в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях.

Выполнение коллективного задания направлено на формирование следующих компетенций:

общекультурных:

использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-4);

способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5);

обще профессиональных:

способность подготавливать заявки на изобретения и промышленные образцы (ОПК-2);

способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии (ОПК-4);

способность осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок (ОПК-5);

профессиональных:

способность разрабатывать рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей (ПК-1);

способность осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач (ПК-2);

способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов (ПК-3);

способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности (ПК-4);

способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий (ПК-8);

способность проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций (ПК-9);

способность разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ (ПК-10);

способность проводить оценку инновационных потенциалов проектов (ПК-11);

способность проводить оценку инновационных рисков коммерциализации проектов (ПК-12).

Формы проведения НИР, как правило, включают в себя поиск и анализ литературных источников по тематике НИР; подготовка реферата; математическое моделирование; численное моделирование; компьютерное моделирование; экспериментальное исследование; макетирование; анализ результатов; оформление от-

четных материалов; оформление электронной презентации по результатам НИР; формирование портфолио НИР; защита отчета по НИР.

Примерный перечень выполняемых работ и их содержание:

№ п/п	Номер раздела НИР	Объем, часов	Наименование этапа НИР	Содержание (раскрываемые вопросы)
1	1	72	Анализ литературных источников	Поиск и анализ литературных источников по тематике НИР, подготовка реферата
2	2	144	Математическое моделирование	Математическое моделирование; численное моделирование; компьютерное моделирование
3	3	108	Экспериментальное исследование	Планирование экспериментов; подготовка экспериментов в части установки для исследования, применяемой аппаратуры; разработка методики проведения экспериментов
4	4	36	Анализ результатов эксперимента	Анализ результатов; оформление отчетных материалов; оформление электронной презентации по результатам НИР; формирование портфолио НИР; защита отчета по НИР

Примечания:

1. Тема НИР может носить полностью теоретический или экспериментальный характер. В этом случае часы, отведенные на разные разделы НИР, объединяются.

2. Выполнение НИР может быть полностью индивидуальным. В этом случае часы, отведенные на разные формы НИР, объединяются.

6. Место и время проведения НИР

Научно-исследовательская работа выполняется в 2 этапа. На каждом из этапов она может, как правило, выполняться частично на выпускающей кафедре АТ и Т, в его учебных и научных лабораториях, частично на предприятиях Республики Башкортостан и г. Уфы, специализирующихся на проектировании, производстве, испытаниях и ремонте ДЛА, их узлов и элементов, куда предварительно распределяются магистранты после поступления в магистратуру, на основе заключаемых договоров о сотрудничестве с УГАТУ, создания филиалов выпускающей кафедры и др.

Согласно учебному плану НИР выполняется в течение 3 - 4 семестров обучения:

1. НИР (II курс, 3 семестр) – 14 недель – выделенная.
2. НИР (II курс, 4 семестр) – 10 недель - выделенная.

7. Формы контроля

Контроль НИР производится в соответствии с Положением о проведении промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов (Приказ по ФГБОУ ВПО УГАТУ №299-О от 10.03.2015 г.).

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы руководителем НИР в следующих формах:

- фиксация посещений лекций и экскурсий по базовым дисциплинам;
- оценивание результатов теоретических исследований;
- оценивание результатов экспериментальных исследований;
- выполнение индивидуальных заданий / практических работ;
- выполнение коллективных заданий;
- оценивание публикаций или подготовленных к публикации материалов, выполненных докладов, поданных или подготовленных заявок на патенты, программные продукты или полезные модели;
- формирование элементов отчета по НИР;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, организованность, исполнительность, инициативность и др.).

Промежуточный контроль по окончании НИР в семестре производится в следующей форме:

- сформированный отчет по НИР;
- защита отчета по НИР проводится индивидуальным руководителем НИР от выпускающей кафедры совместно с руководителем НИР на предприятии (в организации), если таковой назначен распоряжением по предприятию, либо комиссией, организованной на выпускающей кафедре/в научной лаборатории (в организации), в виде устного доклада о результатах НИР);

- Результаты НИР оцениваются в виде *зачета* в 3 семестре и *дифференцированного зачета* в 4 семестре. Промежуточный контроль проводится в последнюю неделю теоретического обучения в каждом из 3 и 4 семестров.

Фонды оценочных средств включают типовые, индивидуальные и коллективные задания, формы внешнего, внутреннего оценивания и самооценки (для включения в отчет по НИР), позволяющие оценить результаты обучения по НИР.

№ п/п	Контролируемые разделы	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Наименование оценочного средства
1	Анализ литературных источников	ОПК-2	Базовый уровень	Перечень литературных источников и патентов, копии статей и патентов по теме исследования.
		ОПК-5	Базовый уровень	Результаты анализа литературных источников
		ПК-2	Базовый уровень	Результаты анализа литературных источников
		ПК-8	Базовый уровень	Результаты анализа литературных источников
2	Математическое моделирование	ОК-4	Базовый уровень	Результаты теоретических исследований, разработанные программные продукты
		ПК-1	Базовый уровень	Результаты теоретических исследований, разработанные программные продукты
		ПК-4	Базовый уровень	Результаты теоретических исследований, разработанные программные

				продукты
		ПК-8	Базовый уровень	Результаты теоретических исследований, разработанные программные продукты
		ПК-9	Базовый уровень	Результаты теоретических исследований, разработанные программные продукты
		ПК-10	Базовый уровень	Результаты теоретических исследований, разработанные программные продукты
3	Экспериментальное исследование	ОК-5	Базовый уровень	Результаты экспериментальных исследований
		ОПК-4	Базовый уровень	Результаты экспериментальных исследований
		ПК-1	Базовый уровень	Результаты экспериментальных исследований
		ПК-3	Базовый уровень	Результаты экспериментальных исследований
4	Анализ результатов эксперимента	ОПК-2	Базовый уровень	Техническое описание результатов анализа экспериментальных исследований
		ОПК-4	Базовый уровень	Техническое описание результатов анализа экспериментальных исследований
		ОПК-5	Базовый уровень	Техническое описание результатов анализа экспериментальных исследований

		ПК-3	Базовый уровень	Техническое описание результатов анализа экспериментальных исследований
		ПК-10	Базовый уровень	Техническое описание результатов анализа экспериментальных исследований
5	Оформление отчета по научным исследованиям	ОПК-2	Базовый уровень	Отчет по результатам научных исследований
		ОПК-5	Базовый уровень	Отчет по результатам научных исследований
		ПК-10	Базовый уровень	Отчет по результатам научных исследований
		ПК-11	Базовый уровень	Отчет по результатам научных исследований
		ПК-12	Базовый уровень	Отчет по результатам научных исследований
6	Подготовка к публикации результатов научных исследований	ОПК-2	Базовый уровень	Копии опубликованных статей и подготовленных к печати
		ПК-11	Базовый уровень	Копии опубликованных статей и подготовленных к печати
7		ПК-12	Базовый уровень	Копии опубликованных статей и подготовленных к печати

Комплект оценочных материалов:

1. Результаты обзора научно-технической литературы и патентного поиска:

Типовые вопросы для оценки результативности НИР.

- конкретный перечень научных проблем и задач, по которым осуществлялся обзор научно-технической и патентной литературы;
- по каким странам и за какой период осуществлялся обзор научно-технической литературы;
- привести перечень научных журналов и иных изданий, по которым осуществлялся обзор научно-технической литературы;
- по каким странам и за какой период осуществлялся обзор патентов и иных документов на права интеллектуальной собственности;
- как осуществлялся поиск информации по теме исследования в сети Интернет;
- представить оформленный обзор научно-технической и патентной литературы и обосновать основные выводы и предложения по результатам обзора научно-технической и патентной литературы.

Критерии оценки

Оценка «зачтено» выставляется магистранту, если он:

- знает стадии работы над литературными источниками различные методы работы с литературными источниками; стандарты оформления библиографического списка, методы группировки по однородным признакам информации из литературного источника, для использования в процессе исследования;
- умеет работать с электронными библиотечными системами как отечественными, так и зарубежными, пользоваться системами цитирования, проводить первичный обзор литературы, отобранной из библиотечных каталогов, знакомиться с аннотацией, введением, оглавлением, заключением и беглым просмотром содержания; избирать способ проработки источника, включающий тщательное его изучение, конспектирование, выборочное изучение, сопровождающееся выписками, составлением аннотированных карточек; работать с профессиональным базам данных и информационным справочным системам;
- владеет навыками сбора, изучения и обработки информации, навыками библиографического поиска, накоплением и обработкой научной информации, работы с электронными библиотечными системами, работы с электронными ресурсами университета;
- представил оформленный обзор научно-технической и патентной литературы и обосновать основные выводы и предложения по результатам обзора научно-технической и патентной литературы, в том числе, с использованием сети Интернет.

Оценка «не зачтено» выставляется магистранту, если он:

- не выполнил вышеуказанные требования.

2. Результаты теоретических исследований:

Типовые вопросы для оценки результативности НИР.

- сформулировать и обосновать проблему и задачи теоретического исследования и увязать ее с результатами обзора научно-технической литературы;
- сформулировать и обосновать основные допущения, принятые при разработке теоретической модели (физическая модель явления или процесса, описываемая с помощью математического аппарата);
- привести в полном объеме аналитические соотношения и эмпирические уравнения, составляющие в совокупности математическую модель явления или процесса;
- привести алгоритмы решения системы уравнений, моделирующих исследуемое явление или процесс, программные средства для реализации решения задачи;
- привести полученные с помощью разработанной модели результаты расчета в графической и иной формах представления характеристик и закономерностей описания явления или процесса;
- представить при их наличии разработанные на основе теоретических исследований программные продукты и данные об их регистрации в Роспатенте;
- представить копии статей, опубликованных в научно-технической литературе или подготовленных к печати, полученные патенты при их наличии, а также копии докладов на семинарах и конференциях различного уровня, по результатам теоретических исследований.

Критерии оценки

Оценка «зачтено» выставляется магистранту, если он:

- знает методы теоретических исследований в области теплоэнергетики и теплотехники;
- владеет навыками применения методологий теоретических исследований в области теплоэнергетики и теплотехники;
- умеет формулировать и обосновывать задачи теоретического исследования и увязать их с результатами обзора научно-технической литературы;
- умеет формулировать и обосновать основные допущения, принятые при разработке теоретической модели (физическая модель явления или процесса, описываемая с помощью математического аппарата);
- привел в полном объеме аналитические соотношения и эмпирические уравнения, составляющие в совокупности математическую модель явления или процесса;
- привел алгоритмы решения системы уравнений, моделирующих исследуемое явление или процесс, программные средства для реализации решения задачи;
- представил полученные с помощью разработанной модели результаты расчета в графической и иной формах представления характеристик и закономерностей описания явления или процесса;
- представил при их наличии разработанные на основе теоретических исследований программные продукты и данные об их регистрации в Роспатенте;

- представил копии статей, опубликованных в научно-технической литературе или подготовленных к печати, полученные патенты при их наличии, а также копии докладов на семинарах и конференциях различного уровня, по результатам теоретических исследований.

Оценка «не зачтено» выставляется магистранту, если он:

- не выполнил вышеуказанные требования.

3. Результаты экспериментальных исследований:

Типовые вопросы для оценки результативности НИР

- сформулировать и обосновать проблему и задачи экспериментального исследования и увязать ее с результатами обзора научно-технической литературы;
- сформулировать и обосновать основные допущения, принятые за основу при разработке программы экспериментальных исследований, цели и задачи такого исследования;
- обосновать программу экспериментальных исследований, методы экспериментальных исследований, позволяющие решить поставленную задачу исследования;
- применяется ли теория планирования экспериментов для их реализации, если нет, то по каким причинам;
- привести описание экспериментальной установки для проведения экспериментов, измерительной, контрольной и регистрирующей аппаратуры;
- привести уравнения или системы уравнений, используемые при проведении экспериментального исследования или при обработке их результатов, используемые программные средства;
- привести полученные результаты экспериментов в графической и иной формах представления характеристик и закономерностей описания явления или процесса, дать их интерпретацию;
- представить копии статей, опубликованных в научно-технической литературе или подготовленных к печати, полученные патенты при их наличии, а также копии докладов на семинарах и конференциях различного уровня, по результатам экспериментальных исследований.

Критерии оценки

Оценка «зачтено» выставляется магистранту, если он:

- знает методы экспериментальных исследований в области теплоэнергетики и теплотехники;
- владеет навыками применения методологий экспериментальных исследований в области теплоэнергетики и теплотехники;
- владеет навыками разработки новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области теплоэнергетики и теплотехники с учетом правил соблюдения авторских прав;

- умеет формулировать и обосновывать задачи экспериментального исследования и увязать их с результатами обзора научно-технической литературы;
- умеет обосновать программу экспериментальных исследований, методы экспериментальных исследований, позволяющие решить поставленную задачу исследования;
- знает теорию планирования экспериментов для их реализации;
- умеет использовать аппарат теории подобия и аналогии физических процессов и его применение к установлению закономерностей их протекания, а также при проведении экспериментального исследования;
- умеет привести описание экспериментальной установки для проведения экспериментов, измерительной, контрольной и регистрирующей аппаратуры;
- привел аналитические соотношения и эмпирические уравнения, используемые для проведения экспериментов или обработки их результатов;
- представил полученные результаты экспериментов в графической и иной формах представления характеристик и закономерностей описания явления или процесса;
- представил копии статей, опубликованных в научно-технической литературе или подготовленных к печати, полученные патенты при их наличии, а также копии докладов на семинарах и конференциях различного уровня, по результатам экспериментальных исследований.

Оценка «не зачтено» выставляется магистранту, если он:

- не выполнил вышеуказанные требования.

4. Отчет по результатам научных исследований.

Типовые вопросы для оценки результативности НИР

- сформулировать основные цели и задачи запланированных и проведенных научных исследований;
- дать характеристику их результатов путем сравнения ожидаемых (запланированных) результатов научных исследований и фактически полученных данных исследований;
- сформулировать основные выводы по результатам научных исследований и дать оценку их значимости и новизны;
- представить отчет по результатам научных исследований, оформленный в соответствии с требованиями к Отчетам по НИР;
- представить копии статей, опубликованных в научно-технической литературе или подготовленных к печати, полученные патенты при их наличии, а также копии докладов на семинарах и конференциях различного уровня, по результатам теоретических и (или) экспериментальных исследований.

Критерии оценки

Оценка «зачтено» выставляется магистранту, если он:

- сформулировал основные выводы по результатам научных исследований и дал оценку их значимости и новизны;
- представил отчет по результатам научных исследований, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 требованиями к Отчетам по НИР согласно;
- представил копии статей, опубликованных в научно-технической литературе или подготовленных к печати, полученные патенты при их наличии, а также копии докладов на семинарах и конференциях различного уровня, по результатам теоретических и (или) экспериментальных исследований.

Оценка «не зачтено» выставляется магистранту, если он:

- не выполнил вышеуказанные требования.

Примечание: В семестрах, в которых предусмотрены зачеты с дифференцированной оценкой, а также на промежуточных этапах Научно-исследовательской работы учитывается степень полноты и корректность представленных результатов исследований, степень полноты и правильность ответов на вопросы по разделу.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики

8.1 Основная литература

1. В.П. Дьяконов. Mathcad 8-12 для студентов. Изд-во «СОЛОН-Пресс», 2005 г., 632 с.
2. В.А. Охорзин. Прикладная математика в системе MATHCAD. 3-е изд., стер. – Изд-во «Лань», 2009 г., 352 с.
3. Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов/ Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. – 2-е изд. – М.: изд. МЭИ. 2005.- 460 с.
4. Иванов В. Л. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: учебник для вузов / В. Л. Иванов, А. И. Леонтьев, Э. А. Манушин, М. И. Осипов; под ред. А. И. Леонтьева - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 - 592 с.
5. Цирельман Н. М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений РФ, обучающихся по специальностям 160301 - "Авиационные двигатели и энергетические установки", 160304 - "Авиационная и ракетно-космическая теплотехника", а также по направлению подготовки бакалавров и магистров 160100 "Авиа- и ракетостроение"] / Н. М. Цирельман; ГОУ ВПО УГАТУ - Уфа: УГАТУ, 2008- Ч. 3: Ч. 3 / науч. ред. Ф. Г. Бакиров - 145 с.
6. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей : [учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки"] / С. А. Вьюнов [и др.] ; под общ. ред. Д. В. Хромина .— Москва : Машиностроение, 1989 .— 368 с. : ил. ; 22 см.
7. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и

- энергетических установок: учебник: в 2 кн. / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев - Москва: Машиностроение, 2013
- Кн. 1: Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ: Кн. 1: Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ [Электронный ресурс] - 334 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37009
8. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник: в 2 кн. / В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев - Москва: Машиностроение, 2013
 - Кн. 2: Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики: Кн. 2: Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики [Электронный ресурс] - 280 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37010.
 9. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник для вузов / под ред. В. А. Сосунова, В. М. Чепкина - М.: МАИ, 2003 - 688 с.
 10. Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей [Электронный ресурс]: / Ерохин Б.Т. - Москва: Лань, 2015
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60037
 11. Ржавин Ю. А. Лопаточные машины двигателей летательных аппаратов. Теория и расчет: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений РФ, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 160300 "Двигатели летательных аппаратов" и специальности 160301 "Авиационные двигатели и энергетические установки"] / Ю. А. Ржавин, О. Н. Емин, В. Н. Карасев; Московский авиационный институт (государственный технический университет); под ред. Ю. А. Ржавина - Москва: МАИ-ПРИНТ, 2008 - 699 с.
 12. Белоусов А. Н. Теория и расчет авиационных лопаточных машин: [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Авиа- и ракетостроение" и специальности "Авиац. двигатели и энерг. установки"] / А. Н. Белоусов, Н. Ф. Мусаткин, В. М. Радько - Самара: Сам. Дом Печати, 2003 - 344 с.
 13. Кривошеев И. А. Автоматизация проектирования двигателей на стадии ОКР. Организация системного функционального и конструкторского проектирования двигателей / И. А. Кривошеев - Москва: Машиностроение, 2010 - 186 с.
 14. Трушин В. А. Пленочное охлаждение турбинных лопаток / Учебное пособие .Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 1988. 78 с.
 15. Трушин В. А. Основы расчета теплообменников. Учебное пособие. УГАТУ, Уфа, 1994. 187 с.
 16. Тремблей, Т. Autodesk® Inventor® 2012 и Inventor™ 2012 : официальный учебный курс / Т. Тремблей ; пер. с англ. Л. Талхина .— Москва : ДМК ПРЕСС, 2012 .— 352 с. ; 24 см .— На обл.: Autodesk® Inventor® 2012 и Inventor™ LT 2012. Официальный учебный курс/Т. Трембли
 17. Тунаков, А. П. САПР газотурбинных двигателей : учебное пособие / А. П. Ту-

- наков, И. А. Кривошеев, Д. А. Ахмедзянов ; Уфимский государственный авиационный технический университет; науч. ред. А. П. Тунаков .— Уфа : УГАТУ, 2005 .— 272 с.
18. Кривошеев, И. А. Интегрированная логистическая поддержка производства и эксплуатации авиационных двигателей и энергоустановок / И. А. Кривошеев ; ГОУ ВПО УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2008 .— 253 с. : ил. ; 21 см .
 19. Кудоярова В. М. Решение прикладных задач теплообмена и гидрогазодинамики в пакете ANSYS [Электронный ресурс]: [учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 24.03.05 «Двигатели летательных аппаратов», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»] / В. М. Кудоярова, А. Е. Кишалов; ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет - Уфа: УГАТУ, 2016 http://www.library.ugatu.ac.ru/fulltxt-local/Kudoyarova_Resh_prik_zadach_tepl_i_gidgaz_v_pak_ANSYS_2016.pdf
 20. Чигарев А. В. ANSYS для инженеров: справочное пособие / А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк - М.: Машиностроение, 2004 - 512 с.
 21. Мэттьюз Ф. Композитные материалы. Механика и технология: учебник / Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс; пер. с англ. С. Л. Баженова - М.: Техносфера, 2004 - 408 с.
 22. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки" направления подготовки дипломированных специалистов "Двигатели летательных аппаратов"] / В. В. Кулагин [и др.]; под ред. В. В. Кулагина - М.: Машиностроение, 2005-
Кн. 3: Основные проблемы: начальный уровень проектирования, газодинамическая доводка, специальные характеристики и конверсия авиационных ГТД - 464 с.
 23. Ахмедзянов Д. А. Термогазодинамическое моделирование авиационных двигателей и их элементов [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Д. А. Ахмедзянов, А. Е. Кишалов; ГОУ ВПО УГАТУ - Уфа: УГАТУ, 2012. http://www.library.ugatu.ac.ru/fulltxt-local/Kishalov_Lab_prak_Termogazodinam_model_avia_dvig_i_ikh_elem_2012.pdf
 24. Галимханов Б. К. ANSYS: основы расчета на колебания элементов АД и ЭУ: методические указания к дипломному проектированию, практическим занятиям и курсовому проектированию по дисциплине "Конструкция и прочность АД и ЭУ" / Б. К. Галимханов; УГАТУ - Уфа: УГАТУ, 2008 - 29 с.
 25. Копелев С. З. Охлаждаемые лопатки газовых турбин: тепловой расчет и профилирование / С. З. Копелев; АН СССР, Комиссия по газовым турбинам; АН СССР, Институт высоких температур - Москва: Наука, 1983 - 145 с.
 26. Копелев С.З. Проектирование проточной части турбин авиационных двигателей / С.З. Копелев - М.: Машиностроение, 1984 - 224с.

27. Лукачев В.П. Выбор параметров и инженерные основы проектирования систем охлаждения элементов турбин авиационных ГТД / В.П. Лукачев, В.П. Данильченко, В.Е. Резник - Куйбышев: КуАИ, 1983 - 120с.

8.2 Дополнительная литература

1. Ракитин В.И. Руководство по методам вычислений и приложения MATHCAD. Изд-во «Физматлит», 2005. 264 с.
2. Зудилова Т.В., Одиноккина С.В., Осетрова И.С., Осипов Н.А. Работа пользователя в Microsoft Excel 2010. Изд-во «СПбНИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)», 2011. – 87 с.
3. ПБ 10-115-96. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2007.
4. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплотехнических свойств воды и водяного пара. Справочник. Рек. Гос. Службой стандартных справочных данных ГСССД Р-776-98 – М.: Издательство МЭИ, 1999.-168 с.
5. Аронов Б. М. Профилирование лопаток авиационных газовых турбин / Б. М. Аронов, М. И. Жуковский, В. А. Журавлев; под ред. М. И. Жуковского - М.: Машиностроение, 1975 - 191с.
6. Холщевников К. В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин: учебник для авиационных вузов и факультетов / К. В. Холщевников - Москва: Машиностроение, 1970 - 610 с.
7. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. М.:Энергоиздат, 1981. 416 с.
8. Баррон Р.Ф. Криогенные системы: Перевод с английского. М.: Энергоатомиздат, 1989. 408 с.
9. Методические указания «Анализ схем охлаждения лопаток турбин ГТД» - Уфа: УАИ, 1989. 36 с.
10. Методические указания «Исследование системы охлаждения лопатки турбины» - Уфа: УГАТУ, 1998. 22 с.
11. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990. 367 с.
12. Цирельман Н.М. Техническая термодинамика. М.: Машиностроение, 2012. 374 с.
13. Брюханов О. Н. Тепломассообмен: учебник / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко - Москва: ИНФРА-М, 2014 - 464 с.
14. Кудинов В. А. Техническая термодинамика: [учебное пособие для студентов вузов] / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов - М.: Высшая школа, 2007 - 261 с.
15. Теплотехника: учебник для вузов / В. Н. Луканин [и др.]; под ред. В. Н. Луканина - Москва: Высшая школа, 2005 - 671 с.
16. Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроин-

женерия»] / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010 - 208 с. <http://e.lanbook.com/>.

17. Нащокин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для вузов / В. В. Нащокин - М.: Высшая школа, 1980 - 469с.

18. Цирельман Н. М. Основные понятия и закономерности теплопередачи: [учебное пособие] / Н. М. Цирельман; ГОУ ВПО УГАТУ; науч. ред. Ф. Г. Бакиров - Уфа: УГАТУ, 1996 - 76 с.

8.3 Периодические издания

Журналы

1. «Авиационная техника».
2. «Инженерно-физический журнал».
3. «Вестник УГАТУ».
- 4.«Информационные технологии».

8.4 Интернет-ресурсы

Доступ к полным текстам изданий организован по сети университета по адресу: <http://www.library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Электронная коллекция» или по прямой ссылке на поиск в коллекции: <http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus>.

Руководство по методике поиска изданий расположено на странице «Электронной коллекции ФГБОУ ВПО УГАТУ» в разделе «Справка».

8.5 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Для освоения программ практик и составления отчетов рекомендуется использовать только лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программные продукты:

- Операционная система Windows XP (лицензия УГАТУ).
- Архиватор WinRarR3.71 (лицензия УГАТУ).
- Интегрированная офисная система MSOffice 2003 (лицензия УГАТУ), в которую входят: текстовый процессор MS Word, система электронных таблиц MS Excel, система управления базами данных – MS Access, приложение для создания компьютерных презентаций – MS Power Point, приложение для работы с электронной почтой и ведения организационной работы в офисе MS Outlook.
- Autodesk Inventor (установлен на основании договора оферты с официального сайта правообладателя, так УГАТУ является образовательной организацией).
- Редактор диаграмм Visio 2003 (лицензия MSDNAA).

При прохождении практики в УГАТУ частично или полностью используется специализированное программное обеспечение, имеющееся на кафедре, в том

числе ANSYS (договор № ЗК-264/1507-16 от 16.12.2016г.), программный комплекс DwigW (разработка кафедры АД УГАТУ) и др.

9. Материально-техническое обеспечение практики

При выполнении НИР используется материально-техническая база предприятий Республики Башкортостан и г. Уфы, специализирующихся на проектировании, производстве, испытаниях и ремонте ДЛА, их узлов и элементов. Как правило, она включает конструкторские бюро и отделы, производственные участки, испытательные цеха и лаборатории, производственные лаборатории, учебные классы, вычислительный центр и др.

Выполнение НИР реализуется также на выпускающей кафедре АТиТ УГАТУ в научных и учебных лабораториях и компьютерных классах, лабораториях других кафедр, научной библиотеке университета и др. непосредственно под контролем научного руководителя НИР магистранта. При выполнении НИР магистранты могут также быть исполнителями выполняемых на кафедрах госбюджетных и хоздоговорных НИР.

Для проведения научно-исследовательской работы всем студентам магистратуры должен быть предоставлен доступ к библиотечным фондам ВУЗа, вычислительной технике с выходом в Интернет, доступ к архиву кафедры в части имеющейся документации на двигатели, энергоустановки, ГОСТы и другие нормативные документы, специализированных программных продуктов и др. При проведении экспериментальных работ студентам должны предоставляться необходимое оборудование, инструмент, материалы.

10. Условия реализации образовательной программы лицами с ограниченными возможностями здоровья

Данное направление подготовки входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. Поступающий представляет оригинал или копию медицинской справки, содержащей сведения о проведении медицинского осмотра в соответствии с перечнем врачей-специалистов, лабораторных и функциональных исследований, установленным приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.