

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Авиационных двигателей



Утверждаю

Проректор по учебной работе

Н.Г.Зарипов

2015 г.

ПРОГРАММА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Уровень подготовки
магистратура

Направление подготовки
24.04.04 Авиастроение

Направленность (профиль), специализация
Самолёто-вертолётостроение

Квалификация
магистр


Уфа 2015

Программа научно-исследовательской работы /сост. *А.В. Зырянов* – Уфа: УГАТУ, 2015. - 18 с.

Программа НИР является приложением к Основной профессиональной образовательной программе высшего образования по направлению 24.04.04 Авиастроение и профилю «Самолёто-вертолётостроение»

Составитель _____  _____ *А.В. Зырянов*

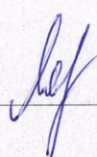
Программа одобрена на заседании кафедры Авиационных двигателей "28" августа 2015 г., протокол № 18

Заведующий кафедрой _____  _____ *А.С. Гушваров*

Программа НИР утверждена на заседании Научно-методического совета по УГСН 240000 «Авиационная и ракетно-космическая техника»

"28" августа 2015 г., протокол № 7

Председатель НСМ _____  _____ *Д.А. Ахмедзянов*

Начальник ООПМА _____  _____ *И.А. Лакман*

© *А.В. Зырянов, 2015*
© УГАТУ, 2015

Содержание

1 Цели и задачи НИР	4
2 Требования к результатам НИР	4
3 Место НИР в структуре ОПОП подготовки бакалавра (специалиста, магистра)	4
4 Структура и содержание НИР	7
5 Место, сроки и формы проведения НИР	11
6 Формы аттестации	11
7 Учебно-методическое и информационное обеспечение НИР	31
8 Материально-техническое обеспечение НИР	37
9 Реализация НИР лицами с ОВЗ	37

1. Цели и задачи НИР

Целью НИР является формирование общекультурных и профессиональных компетенций, обеспечивающих осуществление выпускником научно-исследовательской деятельности посредством приобретения знаний и умений для реализации задач, связанных с проектированием, исследованием и эксплуатацией объектов профессиональной деятельности, приобретение практических навыков самостоятельного ведения научно-исследовательской работы и подготовка к написанию магистерской диссертации.

Задачами НИР являются:

формирование навыков разработки рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей;

формирование навыков владения методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, навыком выбора методики и средств решения задачи;

формирование навыков выбора методики и организации проведения экспериментов и испытаний, анализа результатов;

формирование навыков подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

формирование умений разработки физических и математических моделей и на их базе алгоритмов и программ исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

2. Требования к результатам НИР

Компетенция: готовностью проводить инновационные инженерные исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, постановку и проведение сложных экспериментов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для достижения требуемых результатов потенциала (ПК - 10):

В результате освоения данной компетенции студент должен:

Знать: передовой отраслевой, межотраслевой и зарубежный опыт при разработке конструкций АТ;

Уметь: использовать передовой отраслевой, межотраслевой и зарубежный опыт при разработке и исследовании конструкций изделий АТ.

Владеть: навыками реализации исследований разрабатываемых авиационных конструкций.

3 Место НИР в структуре ОПОП подготовки магистра

Научно-исследовательская деятельность заключается в разработке рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовке отдельных заданий для исполнителей и проведении научно-исследовательских работ (НИР) теоретического и прикладного характера, в сборе, обработке, анализе и систематизации научно-технической информации в области технологий транспортных процессов, выборе методики и организации проведения экспериментов и испытаний, анализе результатов, в подготовке научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований, в совершенствовании и разработке новых моделей физических процессов и на их базе алгоритмов и программ исследуемых

процессов, явлений и объектов, в управлении результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.

Научно исследовательская работа сопровождается составлением промежуточных отчетов, статей и тезисов докладов, выступлениями на конференциях, которые являются основой для написания магистерской диссертации.

НИР представляет собой самостоятельное научное исследование и относится к разряду учебно-исследовательских работ, в основе которых лежит моделирование уже известных решений, обобщение уже имеющегося опыта, проведение самостоятельного научного поиска и подтверждения квалификации.

НИР базируется на логической и методической взаимосвязи программ проведения практик и учебной программы дисциплины «Проектирование и технология изготовления авиационных конструкций из композиционных материалов», последующим применении знаний при написании выпускной квалификационной работе.

В результате освоения дисциплины «Проектирование и технология изготовления авиационных конструкций из композиционных материалов» должны быть приобретены знания, умения и готовности обучающегося, отражающие компетенцию:

- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования;
- способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию.

Для выполнения НИР студент должен обладать:

Знаниями:

- управления результатами научно-исследовательской деятельности.
- разработки методических и нормативных документов, технической документации, а также предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.

Умениями:

- разработки рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовки отдельных заданий для исполнителей;
- обработки, анализа и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбора методик и средств решения задачи; разработки физических и математических моделей и на их базе алгоритмов и программ исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

Владениями:

- выбора методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализа результатов;
- подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.

Содержание НИР является логическим продолжением разделов ООП, прохождения научно-исследовательской практики, а также формирования профессиональной компетентности в профессиональной области: проектирование, конструирование, исследование и эксплуатация изделий АТ.

Содержание НИР является логическим продолжением разделов ОПОП:

- проектирование изделий АТ;
- оптимизация технологических процессов;
- планирование и управление исследованиями АТ;
- учебная практика.

и служит основой для последующего изучения разделов ОПОП:

прохождения производственной и преддипломной практик, а также формирования профессиональной компетентности в профессиональной области:

- разработка эскизных, технических и рабочих проектов авиационных изделий с использованием информационных технологий и средств автоматизации проектно-конструкторских работ, передового опыта;

- разработки конкурентоспособных изделий, проведение технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа, эффективности проектируемых авиационных изделий;

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	готовностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	ОК-2	базовый уровень	Системный анализ.
2	готовностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты авиационных изделий с использованием информационных технологий и систем автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий	ПК-3	базовый уровень	Конструкция и прочность ЛА.

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	готовностью проводить инновационные инженерные исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов,	ПК-10	базовый уровень	производственная практика; преддипломная практика

	постановку и проведение сложных экспериментов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для достижения требуемых результатов			
--	---	--	--	--

4. Структура и содержание НИР

4.1 Структура НИР

Общая трудоемкость НИР составляет 18 зачетных единиц, 648 часов.

№ раздела	Наименование раздела НИР	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы		
		Индивидуальное задание	Коллективное задание	Всего часов
1	<i>Анализ литературных источников</i>	50	20	70
2	<i>Анализ конструкции и условий работы изделий АТ.</i>	200		200
3	<i>Исследование эффективности изделий авиационной техники</i>	200	28	228
4	<i>Анализ результатов исследования</i>	150		150
Итого		600	48	648

4.2 Содержание НИР

Индивидуальное задание - 648 часов.

Индивидуальное задание, выдаваемое студенту на срок практики, предназначено для приобретения навыков использования углубленных теоретических и практических знаний, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности:

а) цель выполняемого задания, выраженная через результаты образования. НИР имеет своей целью формирование:

знаний:

источников научной информации по теме исследования (монографии, периодическая литература, патенты, диссертации, отчеты по НИР, базы данных;

– теоретических предпосылок научных исследований;

– современных методов теоретического и экспериментального исследования;

– нормативных документов по оформлению научно-исследовательских работ о подходах к решению исследовательских задач;

умений:

- разработки рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовки отдельных заданий для исполнителей;

- обработки, анализа и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбора методик и средств решения задачи; разработки физических и

математических моделей и на их базе алгоритмов и программ исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

владений:

- выбора методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ результатов;
- подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.
- методами поиска оптимального подхода к решению практических вопросов;
- методами взаимодействия со специалистами смежных профилей;
- методами обсуждения и оценки полученных результатов;
- методами публичного выступления и участия в научной дискуссии;

б) компетенции, на формирование которых направлен данный вид работ:

готовностью использовать типовые программные продукты, ориентированные на решение научных задач (ОПК-3);

наличием представления о системе поддержки жизненного цикла авиационного изделия (ОПК-2);

готовностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты авиационных изделий с использованием информационных технологий и систем автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий (ПК-3);

в) формы проведения НИР:

- самостоятельная работа студента с библиотечным фондом и Интернет-ресурсами;
- проведение исследований эффективности изделий авиационной техники;
- обсуждение и защита индивидуальных проектов и исследовательских работ;
- написание научной статьи по теме исследования.

г) приводится перечень выполняемых работ и их содержание:

№ п/п	Номер раздела НИР	Объем, часов	Наименование этапа НИР	Содержание (раскрываемые вопросы)
1	1	50	Аналитический обзор источников по теме исследования	Ознакомление с тематикой научно-исследовательских работ в сфере исследований, ознакомление с научной литературой по заявленной теме, составление библиографии по теме научно-исследовательской работы, выбор магистрантом темы исследования, написание реферата по избранной теме.
2	2	200	Анализ конструкции и условий работы изделий АТ.	Теоретико-методологическое обоснование предполагаемого исследования.

				<p>Анализ возможностей практического инструментария исследования.</p> <p>Постановка целей и задач исследования, формулирование гипотез, разработка плана проведения исследовательских мероприятий.</p> <p>Выбор объекта исследования и разработка расчетных схем.</p> <p>Проведение математического моделирования.</p> <p>Анализ результатов моделирования.</p>
3	3	200	Исследование эффективности изделий авиационной техники	<p>Организационная работа, включая планирование научного или прикладного исследования, практическую организацию исследования и проведение соответствующих работ, сбор эмпирических данных и их представление.</p> <p>Проведение численного моделирования.</p> <p>Исследование изделий АТ.</p>
4	4	150	Анализ исследования результатов	<p>Аналитическая работа, включая количественную обработку, статистический анализ полученных данных, их обобщение и интерпретацию.</p> <p>Аналитическая работа включает:</p> <p>а) составление сводных таблиц с первичными эмпирическими данными,</p> <p>б) количественное описание эмпирических данных,</p> <p>в) качественное описание эмпирических данных,</p> <p>г) количественный анализ</p>

				<p>результатов, д) качественный анализ результатов, е) составление заключения, ж) Организационная работа, включая планирование научного или прикладного исследования, практическую организацию исследования и проведение соответствующих работ, сбор эмпирических данных и их представление.</p>
--	--	--	--	---

Коллективное задание - 48 часов.

Коллективное задание, выдаваемое студенту на срок практики, предназначено для освоения методики проведения научно-исследовательской деятельности в ВУЗе во всех предметных областях авиастроения в составе группы магистрантов.

а) цель выполняемого задания, выраженная через результаты образования. НИР имеет своей целью формирование:

знаний:

способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как способностью использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности.

умений:

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 своё научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий.

навыков:

использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки;
готовность вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий, способностью анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию.

б) компетенции, на формирование которых направлен данный вид работ:

готовностью использовать типовые программные продукты, ориентированные на решение научных задач (ОПК-3);

наличием представления о системе поддержки жизненного цикла авиационного изделия (ОПК-2);

готовностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты авиационных изделий с использованием информационных технологий и систем автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий (ПК-3);

- в) формы проведения НИР:
- коллективная работа студента с библиотечным фондом и Интернет-ресурсами;
 - проведение исследования эффективности объектов авиастроения;
 - коллективное обсуждение и защита индивидуальных проектов и исследовательских работ;

г) перечень выполняемых работ и их содержание:

№ п/п	Номер раздела НИР	Объем, часов	Наименование этапа НИР	Содержание (раскрываемые вопросы)
1	1	20	Аналитический обзор источников по теме исследования	Ознакомление с тематикой научно-исследовательских работ в сфере исследований, ознакомление с научной литературой по заявленной теме, составление библиографии по теме научно-исследовательской работы
2	3	50	Исследование эффективности изделий АТ	Выполнение теоретического и экспериментального исследования

5. Место, сроки и формы проведения НИР

Рабочее место студента-магистранта должно быть определено исходя из задач НИР, чтобы он мог получить определенные практические навыки выполнения научной работы и собрать необходимый рабочий материал для магистерской диссертации, например:

- организации и предприятия, занятые изготовлением и эксплуатацией изделий АТ;
- научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития авиационной техники.

Сроки проведения НИР -3 и 4 семестры учебного плана.

Учебным планом подготовки предусмотрены следующие НИР:

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

6. Формы аттестации

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 проводится в дискретные временные интервалы руководителем НИР в следующих формах:

выполнение индивидуальных заданий;

выполнение коллективных заданий;

формирование элементов отчета и курсовой работы по научно-исследовательской практике.

Рубежный контроль по завершении семестра проводится руководителем НИР в следующей форме:

формирование элементов отчета по научно-исследовательской работе и курсовой работы; отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, организованность, исполнительность, инициативность и др.).

Промежуточный контроль по завершении семестра проводится в следующей форме:

сформированный отчет по научно-исследовательской работе и курсовая работа; защита отчета по научно-исследовательской работе и курсовой работы перед комиссией, организованной на выпускающей кафедре в виде устного доклада с презентацией о результатах научно-исследовательской работы.

Планирование научно-исследовательской работы магистрантов по семестрам отражается в индивидуальном плане НИР магистранта.

Важнейшими итогами выполнения студенческой НИР является использование ее результатов при выполнении выпускных квалификационных работ. Поэтому тематика НИР индивидуальна для каждого магистранта и непосредственно связана с предполагаемой темой ВКР. Магистрантам тема НИР задается руководителем с перспективой использования ее результатов в ВКР. Первый раздел НИР посвящен анализу состояния рассматриваемой проблемы. При этом выясняется ее актуальность, изучаются существующие подходы и способы ее решения в отечественной и мировой практике, определяются их недостатки и нерешенные вопросы (по обзору научно-технической литературы, сведениям из интернета и т.п.). По результатам анализа состояния формулируются окончательная постановка задачи НИР, ее содержание, методы решения задачи и использования (внедрения) результатов. Тематика НИР предполагается единой на все семестры изучения. При этом, если её характер позволяет, задание может выдаваться сразу на все семестры изучения и должно содержать обязательные разделы:

- а) наименование темы;
- б) цель работы;
- в) конкретное содержание работы;
- г) технические требования;
- д) график работы по основным этапам с указанием содержания этапа, его объема, срока выполнения;
- е) рекомендуемая литература.

Результатом научно-исследовательской работы магистрантов, обучающихся по магистерской программе в 3-м семестре является:

- выбор темы исследования;
- выполненная курсовая работа;
- утвержденная тема диссертации и план-график работы над диссертацией с указанием основных мероприятий и сроков их реализации;
- постановка целей и задач диссертационного исследования;
- определение объекта и предмета исследования;
- обоснование актуальности выбранной темы и характеристика современного состояния изучаемой проблемы;
- характеристика методологического аппарата, который предполагается использовать, подбор и изучение основных литературных источников, которые будут использованы в качестве теоретической базы исследования;
- выбор объекта моделирования и разработка принципиальных расчетных схем.
- обоснование допущений, начальных и краевых условий;
- проведение математического моделирования;
- анализ результатов моделирования.

Результатом научно-исследовательской работы в 3-м семестре является завершение в основном теоретических исследований.

Результатом научно-исследовательской работы магистрантов, обучающихся по магистерской программе в 4-м семестре является:

- аналитический обзор фактического материала (включая проведение экспериментальных исследований) для проведения диссертационного исследования;
- результаты разработки транспортно-технологические системы;

результаты исследования эффективности транспортно-технологических систем; выполненный курсовой проект.

Результатом научно-исследовательской работы в 4-м семестре является завершение теоретических исследований, проведение экспериментальных исследований, анализ и обобщение результатов исследований, подготовка окончательного текста магистерской диссертации.

Обсуждение плана и промежуточных результатов научно-исследовательской работы проводится на выпускающей кафедре, осуществляющей подготовку магистров, в рамках научно-исследовательского семинара с привлечением научных руководителей. Семинар проводится не реже 1 раза в месяц.

Результаты научно-исследовательской работы должны быть оформлены в письменном виде (отчет) в соответствии с СТО УГАТУ и представлены для утверждения научному руководителю. Отчет о научно-исследовательской работе магистранта с визой научного руководителя должен быть представлен на выпускающую кафедру. К отчету прилагаются ксерокопии статей, тезисов докладов, опубликованных за текущий семестр, а также докладов и выступлений магистрантов в рамках научно-исследовательского семинара кафедры.

Магистранты, не предоставившие в срок отчета о научно-исследовательской работе и не получившие зачета, к сдаче экзаменов и защите магистерской диссертации не допускаются.

По результатам выполнения утвержденного плана научно-исследовательской работы магистранта в 3 семестре, перед началом сессии, магистранту выставляется итоговая оценка («зачтено» / «не зачтено»).

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся усвоил весь программный материал (дидактические единицы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине), исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом на основные и дополнительные вопросы, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, проявляет знание литературных источников, умеет ими пользоваться при ответах, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если обучающийся не знает большинства разделов программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания и решает задачи.

По результатам выполнения утвержденного плана научно-исследовательской работы магистранта в 4 семестре, перед началом сессии, магистранту выставляется итоговая оценка (зачет с оценкой).

- оценка «отлично» выставляется магистранту, если магистрант показал всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, усвоивший взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;
- оценка «хорошо» выставляется магистранту, если магистрант показал полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе, показавший систематический характер знаний по дисциплине и способный к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

- оценка «удовлетворительно» выставляется магистранту, если магистрант показал знание основного учебно-программного материала, в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, допустивший погрешности в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется магистранту, если магистрант показал пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустивший принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой заданий.

Курсовая работа/проект

Курсовая работа/проект является видом самостоятельной работы студентов и наиболее эффективным средством, способствующим прочному закреплению знаний, умений и владений.

Тематика курсовой работы/проекта соответствует теме НИР, выбранной магистрантом и научным руководителем работы.

Основание для научно-исследовательской работы является задание, заранее вырабатываемое руководителем и утверждаемое на заседании кафедры электромеханики. В задании указывается:

1. Основание для проведения работ (актуальность темы.)
2. Цель и исходные данные для проведения работы
3. Этапы научно-исследовательской работы в соответствии с календарным планом, заканчивающейся выпускной квалификационной магистерской работой.
5. Способ реализации результатов НИР (математические зависимости, устанавливающие взаимосвязь отдельных параметров; устройство, модель, стенд или система управления, работа которых иллюстрируется физико-механическими характеристиками.)
4. Основные требования к выполнению НИР (современные методы математического планирования эксперимента, обработки экспериментальных данных, построения математических и имитационных моделей, анализа результатов экспериментальных исследований. Обработка результатов должна выполняться с применением компьютерной техники и соответствующих программ.)

Работа/проект должна быть оформлена в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Совместно с научным руководителем составляется календарный план с указанием наименований основных этапов работы, видов научно-технической продукции, сроков выполнения (месяц, год). В таблице приведены способы и приемы выполнения работы.

Выбору темы НИР способствуют следующие приемы:

1. Просмотр обзоров достижений науки и техники.
2. Ознакомление с результатами исследований в смежных областях науки и техники.
3. Исследование и разработка методов повышения эффективности работы в конкретной отрасли народного хозяйства.
4. Анализ и обобщение теоретических и фактических материалов.

Предмет исследования – то, что находится в границах объекта. В объекте выделяется та часть, которая служит предметом исследования, то, что определяет тему диссертации и, следовательно, научно-исследовательской работы.

Выбор метода исследования, который позволяет достичь цели работы и найти необходимый фактический материал.

Общие методы научного познания обычно делят на три группы:

1. методы эмпирического исследования – (наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент);

2. методы, используемые как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне исследования (абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование и др.)

3. методы теоретического исследования (восхождение от абстрактного к конкретному и др.).

К специальным методам исследования можно отнести: методы логического, факторного и регрессионно-корреляционного анализа, системного подхода, методы прогнозирования, экспертных оценок, имитационного моделирования, управления по отклонениям.

В описании процесса исследования освещаются методика и техника исследования с использованием логических законов и правил.

Курсовая работа/проект оформляется в соответствии с требованиями СТО УГАТУ

Структурными элементами являются:

- Титульный лист.
- Аннотация.
- Содержание.
- Введение.
- Основная часть.
- Заключение.
- Список использованных источников.
- Приложения.

Титульный лист является первой страницей и служит источником информации, необходимой для документа.

Аннотация в соответствии с требованиями должна содержать сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений; перечень ключевых слов (от 5 до 15 слов); текст, который должен отражать объект исследования, цель и метод исследования, полученные результаты.

Содержание включает введение, наименование разделов, подразделов, пунктов и заключения с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы отчета.

Во введении дается оценка современного состояния проблемы, основание для разработки темы, ее актуальность и новизна.

Основная часть должна содержать данные, отражающие существо, методику и основные результаты:

- обоснование выбора направления исследования, методы решения задачи, их сравнительную оценку, общую методику проведения научных исследований;
- теоретические и экспериментальные исследования;

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполненной курсовой работы.

Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении отчета, который приводится в соответствии с СТО УГАТУ.

Приложения включают материалы, дополняющие отчет, промежуточные таблицы, иллюстрации вспомогательного характера.

Промежуточный контроль проводится во время зачетной недели 3 и 4 семестров обучения, согласно графику учебного процесса направления 240404–Авиастроение.

В начале 3 семестра магистрант подготавливает индивидуальный план, содержащий формулировку целей и задач исследования, а также планируемый график выполнения НИР. Кроме того магистрантом подготавливается отчет по 1-му этапу НИР. Содержащий анализ литературных источников, характеризующий уровень развития научно-технической мысли в области планируемого исследования, обоснование актуальности и новизны решаемых научных задач, а также содержание и результаты проведенных теоретических исследований и разработанных математических моделей.

В течение 4 семестра магистрант подготавливает отчет по 2-му этапу НИР, содержащий сведения о ходе выполнения и результатах проведенных экспериментальных исследований, методиках и результатах статистической обработки данных экспериментальных исследований, а также анализ полученных эмпирических сведений.

Кроме того в конце каждого семестра рекомендуется оценивать результаты, достигнутые в процессе выполнения НИР, на открытых защитах.

В течение 4 семестра магистрант формирует и оформляет итоговый отчет по проделанной НИР, а также подготавливает автореферат.

Отчет о НИР оформляется в соответствии с требованиями СТО УГАТУ

Структурными элементами отчета о НИР являются:

- Титульный лист.
- Аннотация.
- Содержание.
- Введение.
- Основная часть.
- Заключение.
- Список использованных источников.
- Приложения.

Титульный лист является первой страницей отчета о НИР и служит источником информации, необходимой для документа.

Аннотация в соответствии с требованиями должна содержать сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений; перечень ключевых слов (от 5 до 15 слов); текст, который должен отражать объект исследования, цель и метод исследования, полученные результаты.

Содержание включает введение, наименование разделов, подразделов, пунктов и заключения с указанием страниц, с которых начинаются эти элементы отчета.

Во введении дается оценка современного состояния проблемы, основание для разработки темы, ее актуальность и новизна.

Основная часть отчета должна содержать данные, отражающие существо, методику и основные результаты выполнения НИР:

- обоснование выбора направления исследования, методы решения задачи, их сравнительную оценку, общую методику проведения НИР;

- теоретические и экспериментальные исследования;
- обобщение и оценку результатов исследования, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ.
- результаты коллективного задания, выполненные отдельной главой, состоящей из 10-15 листов.

Заключение должно содержать:

- оценку полноты решений поставленных задач;
- краткие выводы по результатам выполненной НИР;
- разработку рекомендаций по конкретному использованию НИР;
- оценку технико-экономической эффективности внедрения или научную значимость работы.

Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении отчета, который приводится в соответствии с СТО УГАТУ.

Приложения включают материалы, дополняющие отчет, промежуточные таблицы, иллюстрации вспомогательного характера.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка научно-исследовательской работы ввиду индивидуальности подхода к оценке выполнения каждого конкретного задания НИР, а также достаточной широты спектра решаемых задач, производится по степени освоения каждой из компетенций, проверяемых в процессе защиты и определяется итоговая оценка.

По каждой компетенции научный руководитель выставляет одну из следующих оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка вносится в приведенные ниже формы.

Оценка курсовой работы (3 семестр)

Оценочная форма _____ (Фамилия И. О. научного руководителя)

Код	Содержание	Оценка степени освоения компетенции
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-10	готовностью проводить инновационные инженерные исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, постановку и проведение сложных	базовый

экспериментов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для достижения требуемых результатов	
---	--

Оценка «отлично» по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент в полной мере и на высоком уровне отразил знания, умения и навыки, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании КР, всесторонне аргументировано и концентрированно изложил их в своем докладе, правильно и доказательно ответил на все вопросы по ней.

Оценка «хорошо» по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент в полной мере, но на недостаточно высоком уровне отразил отдельные знания, умения и владения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании КР, не во всем аргументировано, но концентрированно изложил их в своем докладе и допустил некоторые неточности в правильности и доказательности в ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент не в полной мере, и на невысоком уровне отразил знания, навыки и умения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании КР, недостаточно аргументировано и концентрированно изложил их в своем докладе и допустил ряд неточностей в правильности и доказательности в ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» по оцениваемой компетенции выставляется в случае, если студент не в полной мере, и на низком уровне отразил знания, навыки и умения, формируемые оцениваемой компетенцией в содержании КР, неправильно и бездоказательно ответив на подавляющее большинство вопросов.

- если среднеарифметическое значение общих оценок по каждой компетенции составляет менее 3,0, то выставляется итоговая оценка «неудовлетворительно»;

Задание на курсовую работу: Проектирование элемента конструкции ЛА.

Методические указания для выполнения курсовой работы Расчёт крыла и определение нагрузки

Определение внешних нагрузок стреловидного крыла удобно вести для строительной длины консоли вдоль его средней линии.

Строительная длина консоли крыла:

$$\chi_{0,5} = \arctg\left(\operatorname{tg}\chi_{0,25} - \frac{\eta-1}{\lambda(\eta+1)}\right) = \arctg\left(\operatorname{tg}6,5^\circ - \frac{2,92-1}{11,37(2,92+1)}\right) = 20;$$

$$L = \frac{l - d_{\phi}}{2 \cos \chi_{0,5}} = \frac{29,2 - 3,1}{2 \cos 21} = 13,1 \text{ м.}$$

Подъемная сила консоли крыла:

$$Y_K = 0,5 Y_{\text{кр}} \left(1 - 0,5 \frac{d_{\phi}}{l}\right) \left(1 - \frac{d_{\phi}}{l}\right) = 0,5 \cdot 825576,5 \cdot \left(1 - 0,5 \frac{3,1}{29,2}\right) \left(1 - \frac{3,1}{29,2}\right) = 349379,4 \text{ Н.}$$

Для сокращения объема вычислений принимается допущение о линейном законе распределения аэродинамических сил, массовых сил конструкции крыла.

Аэродинамическая нагрузка:

$$q_{yi}^A = \frac{Y_K}{L} \times \left[\frac{2 + 2 \times (\eta - 1) \times (1 - \bar{z}'_i)}{\eta + 1} \right]$$

где \bar{z}'_i - относительная координата i -го сечения крыла ($\bar{z}'_i = \frac{z'_i}{L}$),

L - строительная длина консоли крыла.

Массовая нагрузка от конструкции крыла:

$$q_{yi}^{kp} = \frac{G_K \cdot n_{3*} \cdot f}{L} \cdot \left[\frac{0,8 + 2 \cdot (\eta + 0,2) \cdot (1 - \bar{z}'_i)}{\eta + 1} \right]$$

Положение центра тяжести для любого сечения крыла приближенно принимаем:

$$\bar{x}'_{spi} = \frac{x'_{spi}}{b_i} = 0,42;$$

Массовая нагрузка от топлива в крыле:

$$q_{yi}^T = \frac{G_T n^3 f}{L z_T (\eta - (\eta - 1) \bar{z}'_T)} \cdot (1 - (\eta - 1) \bar{z}'_i)$$

где $\bar{z}'_T = \frac{z'_T}{L} = 0,7$ - относительный размах топливных баков;

G_T - вес топлива в консоли крыла.

Запас топлива на самолете - 4850 кг

$$G_T = m_{\text{ткон}} \cdot 9,81 = 2367 \cdot 9,81 = 23220,27 \text{ Н.}$$

Положение центра тяжести топлива для любого сечения крыла приближенно принимаем:

$$\bar{x}'_{Ti} = \frac{x'_{Ti}}{b_i} = 0,4;$$

Для определения массовой нагрузки, аэродинамической нагрузки и нагрузки от топлива, крыло разбивается на 11 сечений.

Результирующая распределённая нагрузка:

$$q_{yi} = q_{yi}^A - q_{yi}^{KP} - q_{yi}^T;$$

Приведем пример расчета для 1 сечения:

$$q_{yi}^A = \frac{Y_k}{L} \cdot \left[\frac{2 + 2 \cdot (\eta - 1) \cdot (1 - \bar{z}_i)}{\eta + 1} \right] = \frac{825576,5}{13,1} \cdot \left[\frac{2 + 2 \cdot (2,92 - 1) \cdot (1 - 0)}{2,92 + 1} \right] = 59599,69 \text{ Н};$$

$$q_{yi}^{KP} = \frac{G_k \cdot n_{gs} \cdot f}{L} \cdot \left[\frac{0,8 + 2 \cdot (\eta + 0,2) \cdot (1 - \bar{z}_i)}{\eta + 1} \right] = \frac{23337,99 \cdot 1,5 \cdot 2,5}{13,1} \cdot \left[\frac{0,8 + 2 \cdot (2,92 + 0,2) \cdot (1 - 0)}{2,92 + 1} \right] =$$

$$= 11998,03 \text{ Н/м};$$

$$q_{yi}^T = \frac{G_T n^3 f}{L z_T \cdot 2\eta - (\eta - 1) \bar{z}_i} \cdot \eta - (\eta - 1) \bar{z}_i =$$

$$= \frac{23220,27 \cdot 1,5 \cdot 2,5}{13,1 \cdot 0,7 \cdot (2 \cdot 2,92 - (2,92 - 1) \cdot 0,7)} \cdot (2,92 - (2,92 - 1) \cdot 0,7) = 12334,34 \text{ Н/м};$$

$$q_{yi} = q_{yi}^A - q_{yi}^{KP} - q_{yi}^T = 59599,69 - 11998,03 - 12334,34 = 35267,32 \text{ Н/м};$$

Результаты расчета сводим в таблицу.

Т а б л и ц а – Результаты расчета нагрузок крыла

i	$z_i, \text{м}$	$\bar{z}_i, \text{м}$	$q_{yi}^A, \text{Н/м}$	$q_{yi}^{KP}, \text{Н/м}$	$q_{yi}^T, \text{Н/м}$	$q_{yi}, \text{Н/м}$
1	0	0	59599,69	11998,03	12334,34	35267,32
2	1,31	0,1	55680,81	10934,57	11523,31	33222,93
3	2,62	0,2	51761,92	9871,108	10712,29	31178,53
4	3,93	0,3	47843,04	8807,646	9901,261	29134,13
5	5,24	0,4	43924,16	7744,184	9090,236	27089,74

Определение сосредоточенных сил.

Массовая нагрузка от двигателя:

$$P^{\text{д}} = M_{\text{д}} \cdot g \cdot n_{\text{д}} = 1625 \cdot 9,81 \cdot 2,5 = 39853,13 \text{ Н}.$$

$$P^{\text{ш}} = M_{\text{ш}} \cdot g \cdot n_{\text{ш}} = 450 \cdot 9,81 \cdot 2,5 = 11036,25 \text{ Н}.$$

Определив величины q_{yi}^A , q_{yi}^{KP} , q_{yi}^T строим эпюру.

Построение эпюр поперечных сил и изгибающего момента

Распределение расчетных поперечных сил определяют интегрированием погонных нагрузок по способу трапеций и добавлением сосредоточенных сил.

Среднее значение погонной нагрузки определяется:

$$q_{y_i.cp} = 0,5 \cdot (q_{y_i} + q_{y_{i+1}}),$$

Расстояние между соседними сечениями крыла:

$$\Delta z_i' = \frac{z_i' - z_{i+1}'}{L}, \quad \Delta z_i' = 1,31$$

Значение поперечной силы, создаваемой погонной нагрузкой, только i -го участка крыла:

$$\Delta Q_{y_i} = q_{y_i.cp} \cdot \Delta z_i'$$

Величина поперечной силы в i -ом сечении крыла от погонных нагрузок определяется:

$$Q_{y_i}^n = \sum_{k=i}^{k=i-1} \Delta Q_{y_k}$$

Суммарная поперечная сила определяется:

$$Q_{y_i} = Q_{y_i}^n - P_y^d - P_y^u;$$

Распределение расчетного изгибающего момента определяется интегрированием эпюры Q_{y_i} по способу трапеций.

Среднее значение поперечной силы на каждом участке крыла:

$$Q_{y_i.cp} = 0,5 \cdot (Q_{y_i} + Q_{y_{i+1}})$$

Приращение изгибающего момента

$$\Delta M_{x_i} = Q_{y_i.cp} \cdot \Delta z_i'$$

Величина изгибающего момента в любом сечении вычисляется:

$$M_{x_i} = \sum_{k=i}^{k=i-1} \Delta M_{x_k}$$

Расчёты сводим в таблицу

Т а б л и ц а – Результаты расчета поперечных сил и изгибающего момента

i	$q_{y_i.cp}$, Н/м	ΔQ_{y_i} , Н	$Q_{y_i}^n$, Н	Q_{y_i} , Н	$Q_{y_i.cp}$, Н	ΔM_{x_i} , Н·м	M_{x_i} , Н·м
1	53851,17	70545,03	385097,1	391133,4	360860,9	472727,7	2185447
2	34245,13	44861,11	314552,1	325588,3	303157,8	397136,7	1712720
3	32200,73	42182,95	269691	280727,2	259635,8	340122,8	1315583
4	30156,33	39504,79	227508	238544,3	213273,8	279388,6	975460,1

5	28111,93	36826,63	188003,2	188003,2	169589,9	222162,8	696071,5
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Определив величины Q_{yi} , M_{xi} строим эпюры q_y , Q_y , M_x .

Построение эпюры крутящего момента

Эпюра крутящего момента строится относительно линии, проходящей через середины хорд крыла.

Величина погонного крутящего момента, в каком либо сечении крыла от действия погонных нагрузок вычисляется:

$$m_{zi} = b_i \cdot \left[q_{yi}^A \cdot (0,5 - \bar{x}_{oi}) - q_{yi}^{kp} \cdot (0,5 - \bar{x}_{spi}) - q_{yi}^T \cdot (0,5 - \bar{x}_{Ti}) \right]$$

Величина среднего погонного крутящего момента определяется:

$$m_{zi.cp} = 0,5 \cdot (m_{zi} + m_{zi+1})$$

Приращение крутящего момента на каждом участке крыла определяется:

$$\Delta M_{zi} = m_{zi.cp} \cdot \Delta z_i'$$

Крутящий момент от погонной нагрузки в любом сечении крыла получается путем последовательного суммирования:

$$M_{zi}^{\Pi} = \sum_{k=i}^{k=i+1} \Delta M_{zk}, \quad M_{z1}^{\Pi} = 0;$$

Суммарный крутящий момент:

$$M_{zi} = M_{zi}^{\Pi} - M_{zi}^{DB},$$

$$M_{zi}^{DIII} = (P_Y^{III} + P_Y^{II}) \cdot \frac{b_4}{2} = (11036,25 + 39853,13) \cdot \frac{3,48}{2} = 88547,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где b - плечо силы P_Y^{DIII}

Тяга двигателя не учитывается.

Приведем пример расчета для 1 сечения:

$$m_{zi} = b_i \cdot \left[q_{yi}^A \cdot (0,5 - \bar{x}_{oi}) - q_{yi}^{kp} \cdot (0,5 - \bar{x}_{spi}) - q_{yi}^T \cdot (0,5 - \bar{x}_{Ti}) \right] =$$

$$m_{zi.cp} = 0,5 \cdot (m_{zi} + m_{zi+1}) = 0,5 \cdot (67475,9 + 0) = 33737,95 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\Delta M_{zi} = m_{zi.cp} \cdot \Delta z_i' = 67475,9 \cdot 1,31 = 88393,43 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{zi} = M_{zi}^{\Pi} - M_{zi}^{DB} = 176186,9 + 88547,51 = 265334,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Результаты расчётов сводим в таблицу

Таблица– Результаты расчета крутящего момента

i	b_i	$\Delta z_i', \text{м}$	$m_{z_i}, \text{Н}$	$m_{z_i, cp}, \text{Н}$	$\Delta M_{z_i}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$M_{z_i}^{\Pi}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$M_{z_i}^{ДВ}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$M_{z_i}, \text{Н} \cdot \text{м}$
1	3,48	1,31	69730,18	33737,95	44196,72	176786,9	88547,51	265334,4
2	3,48	1,31	65221,62	67475,9	88393,43	170880,6	88547,51	259428,2
3	3,48	1,31	60713,06	62967,34	82487,21	159068,2	88547,51	247615,7
4	3,48	1,31	56204,49	58458,77	76580,99	147255,8	88547,51	235803,3
5	3,48	1,31	51695,93	53950,21	70674,78	131890,7	0	131890,7

Определив величины $m_z, M_{z_i}^{\Pi}$ и M_z строим эпюры m_z и M_z (рисунок 4.4)

Для определения расчетных величин поперечной силы Q_y^P и изгибающего момента M_z^P снимаем с графиков их эпюрные значения в сечении $\bar{z}_p = 0,4$

Крутящий момент M_z был условно рассчитан относительно средней линии крыла. Для того чтобы определить его истинное значение в рассматриваемом сечении, нужно пересчитать его относительно оси жесткости консоли, расположенной на 35% хорд крыла.

$$M_z^P = M_z^{эн} - Q_y^{эн} \cdot (0,5 - 0,35) \cdot b_p = -147255,8 - 238544,3 \cdot 0,15 \cdot 3,48 = -271775,9 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Задание на курсовой проект: Разработка элемента конструкции ЛА.

Методические указания для выполнения курсового проекта

Разработка конструкции фюзеляжа

Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов для фюзеляжа

Для упрощения построения эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов распределенные массовые нагрузки от массы конструкции фюзеляжа целесообразно представить в виде сосредоточенных сил. Для этого разбиваем фюзеляж на отсеки.

Тогда массовая сила i – го отсека приблизительно равна:

$$P_{\phi i} = \frac{M_{\phi юз} \cdot g}{S_{\phi юз}} \cdot S_i \cdot n^3 \cdot f,$$

где M_{ϕ} – масса конструкции фюзеляжа; S_{ϕ} – площадь боковой проекции фюзеляжа; S_i – площадь боковой проекции i -го отсека; n^3 – коэффициент перегрузки; f – коэффициент безопасности.

Разбиваем фюзеляж на 12 отсеков и распределяем все массовые нагрузки в зависимости от расположения по отсекам:

- 1) Масса конструкции фюзеляжа распределена равномерно по всем 12 отсекам.
- 2) Масса оборудования самолёта распределена в 3-8 отсеках: масса оборудования носовой части фюзеляжа в 1,2 отсеке, масса оборудования средней части фюзеляжа в 3-10 отсеках.
- 3) Масса коммерческой нагрузки самолёта распределена в 2-10 отсеках: пассажирская нагрузка распределена в 3-10 отсеках.

$$P_{\phi 1} = \frac{M_{\text{фюз}} \cdot g}{S_{\text{фюз}}} \cdot S_1 \cdot n^3 \cdot f = \frac{25765 \cdot 9,81}{74,4613} \cdot 3,6077 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 45923,04 \text{ Н}$$

Результаты вычислений заносим в таблицу.

Т а б л и ц а - Массовые силы отсеков фюзеляжа

i	$S_i \text{ м}^2$	$P_{\phi i}^3 \text{ [Н]}$
1	3,607704944	47341,772
2	6,119076	80297,004
3	6,70923968	88041,372
4	7,305593248	95866,966
5	7,305593248	95866,966

Определяем значения сосредоточенных сил действующих на фюзеляж со стороны остальных элементов конструкции самолета.

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 & \quad - (1,2 + 0,3654 + 0,1557) \cdot Y_{z.o} - (1,2 + 0,3654) \cdot G_{z.o} + 1,2 \cdot R_D = 0 \\ \sum M_D = 0 & \quad - 0,3654 \cdot G_{z.o} + 1,2 \cdot R_B - (0,3654 + 0,1557) \cdot Y_{z.o} = 0 \end{aligned}$$

где $Y_{z.o}$ – расчётная подъёмная сила горизонтального оперения с учётом перегрузки;

$G_{z.o}$ – расчётная сила веса горизонтального оперения (стабилизатора).

$$G_{z.o} = M_{z.o} \cdot g \cdot n^3 \cdot f = 1200 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 44145 \text{ Н},$$

$$Y_{z.o} = Y_{z.o} \cdot n^3 \cdot f = 21744,5 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 81541,88 \text{ Н}.$$

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ \sum M_C &= 0 \\ -4,76 \cdot P_{ш} - 3,26 \cdot (G_{кр} + G_{Топл.кр}) - 2,5 \cdot R_C + 3,5843 \cdot Y_{кр} - 0,516 \cdot G_{СУ} - 1,25 \cdot G_{Т.фюз} &= 0 \\ -2,26 \cdot P_{ш} - 0,76 \cdot (G_{кр} + G_{Топл.кр}) - 2,5 \cdot R_A + 1,0843 \cdot Y_{кр} + 1,984 \cdot G_{СУ} + 1,25 \cdot G_{Т.фюз} &= 0 \end{aligned}$$

где $G_{кр}$ – расчётная сила веса крыла;

$Y_{кр}$ – расчётная подъёмная сила крыла с учётом перегрузки.

$$P_{ш} = M_{ш} \cdot g \cdot n^3 \cdot f = 1186,8 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 43,659 \text{ кН}$$

$$G_{СУ} = M_{СУ} \cdot g \cdot n^3 \cdot f = 4700 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 172,901 \text{ кН}$$

$$G_{Т.фюз} = M_{Т.фюз} \cdot g \cdot n^3 \cdot f = 6494 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 226,979 \text{ кН}$$

$$G_{Топл.кр} = M_{Топл.кр} \cdot g \cdot n^3 \cdot f = 4000 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 147,15 \text{ кН};$$

$$G_{кр} = M_{кр} \cdot g \cdot n^3 \cdot f = 9707 \cdot 9,81 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 357096,3 \text{ Н};$$

$$Y_{кр} = Y_{кр} \cdot n^3 \cdot f = 506849 \cdot 2,5 \cdot 1,5 = 1900684 \text{ Н}.$$

При построении эпюр перерезывающих сил Q_y^P и изгибающих моментов M_z^P фюзеляж можно рассматривать как балку, опирающуюся на лонжероны крыла и нагруженную сосредоточенными массовыми силами, нагрузками со стороны горизонтального оперения и реакциями крыла.

$$Q_{Yi}^P = \sum_{i=0}^{11} P_{\Phi i} + P_{\text{сопр}i} ;$$

$$Q_{Y1}^P = -47,3418 \text{ кН};$$

$$Q_{Y2}^P = -47,3418 - 80,297 - 7,276 = -134,915 \text{ кН};$$

$$M_z^P = \sum_{i=0}^{11} M_{zi} ;$$

$$M_{z1}^P = -47,3418 \cdot 2,495/2 = -59,059 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{z2}^P = -47,3418 \cdot \left(\frac{2,495}{2} + 2,495 \right) - 80,297 \cdot \frac{2,495}{2} - 7,276 \cdot (2,495 - 0,741) = -290,11 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Результаты расчетов перерезывающих сил Q_y^P и изгибающих моментов M_z^P сводятся в таблицу

Т а б л и ц а – результаты расчета

	$Q_{yi}^P = \sum_{i=0}^{11} P_{\Phi i} + P_{\text{сопр}i}, \text{ кН}$	$M_z^P = \sum_{i=0}^{11} M_{zi}, \text{ кН} \cdot \text{м}$
1	-47,3418	-59,0588
2	-134,9153	-290,1102
3	-222,9567	-736,5556
4	-318,8237	-1412,427
5	-414,6906	-2327,486

Сосредоточенные силы фюзеляжа от сил реакции лонжеронов равны им по величине и противоположны по направлению.

Расчет на прочность фюзеляжа

Определение толщины обшивки фюзеляжа в расчетных сечениях

Толщина обшивки δ боковин и сводов фюзеляжа в расчетном сечении определяем из соотношения:

$$\sigma \geq \frac{T}{\tau_p},$$

где τ_p – разрушающее касательное напряжение, принято равным

$$\tau_p = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{3} \right) \cdot \sigma_B,$$

T – расчетное погонное касательное усилие в боковинах и сводах фюзеляжа, σ_B – предел прочности фюзеляжа обшивки.

В качестве материала для обшивки принят дюралюминий марки Д16АТ, обладающий лучшей конструкционной прочностью, легкостью, высокой твердостью. Д16АТ - самый распространенный конструкционный сплав, поставляемый в виде листового проката. Д16АТ

имеет $\sigma_b = 420$ МПа.

$$\tau_p = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{3}\right) \cdot \sigma_s \approx 120 \text{ МПа.}$$

Погонные касательные силы в боковинах фюзеляжа при действии наибольшей нагрузки на горизонтальное оперение можно определить по формуле:

$$T_{бок} = 0,75 \left[\frac{Q_y^P - \frac{M_z^P}{H} \gamma}{2H} \right],$$

где Q_y^P и M_z^P - значения поперечной силы и изгибающего момента в расчетном сечении фюзеляжа, $\gamma = 0^\circ$ – угол конусности фюзеляжа при виде с боку.

Для стрингерного отсека кругового сечения $H = \frac{2}{3} \cdot D_{экр} = \frac{2}{3} \cdot 3,24 = 2,16$, где D – диаметр фюзеляжа.

$Q_y^P = 1355$ кН, $M_z^P = 5908,194$ кН·м - значения поперечной силы и изгибающего момента в расчетном сечении фюзеляжа (место крепления крыла к фюзеляжу).

$$T_{бок} = \left[\frac{1355 - \frac{5908,194}{2,16} \cdot 0}{2 \cdot 2,16} \right] = 235,2403 \text{ (к} \cdot \text{Н / м)}$$

Определяем минимально необходимую толщину обшивки:

$$\delta \geq \frac{235240,3}{120 \cdot 10^6} = 1,96 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ мм.}$$

Подбор элементов продольного набора

Стрингеры и лонжероны верхнего и нижнего сводов с присоединенной к ним обшивкой участвуют в работе фюзеляжа на изгиб.

Так как фюзеляж самолета на большей части своей длины не имеет ярко выраженных лонжеронов, то, приняв все стрингеры одинаковыми, их сечение можно найти из соотношения:

$$m(F_{стр} + b_{стр} \cdot \delta \cdot \varphi_{обш}) F_{стр} \geq \frac{M_z^P}{0,8 \sigma_s^{стр} H},$$

где $\sigma_s^{cnp} = 400$ МПа – временное сопротивление материала стрингера (Д16 - Т), $M_z^P = 5908$ кН·м, $H = \frac{2}{3} \cdot D_{\text{экв}} = \frac{2}{3} \cdot 3,24 = 2,16$ м – расстояние между центрами тяжести сводов, $m = 25$ – количество стрингеров свода при высоте свода $0,25D$, $F_{\text{стр}}$ – площадь стрингера, $b_{\text{стр}} = 0,1$ м – расстояние между стрингерами, δ – толщина обшивки, $\varphi_{об} = 0,9$ – редуционный коэффициент.

$$F_{\text{стр}} \geq \frac{M_z^P}{0,8 \cdot \sigma_B^{cnp} \cdot H \cdot m} - b_{\text{стр}} \cdot \psi \cdot \delta_{обш} = \frac{5908000}{0,8 \cdot 400 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 25} - 0,1 \cdot 0,9 \cdot 0,002 = 165 \text{ мм}^2$$

Теперь подбираем тип и размер профиля, исходя из формы профиля по прототипу $F_{\text{стр}}$.

Профиль Пр100 - 61 с размерами $B = 30$ мм, $\delta = 2,5$ мм, $F = 1,65$ см².

Проводим проверку сжатого свода на устойчивость:

$$\sigma_{кр.об} \cdot m (F_{\text{стр}} + b_{\text{стр}} \cdot \delta \cdot \varphi_{обш}) \geq \frac{M_z^P}{H},$$

$$\varphi_{обш} = \sqrt{\frac{\sigma_{кр.об}}{\sigma_{кр.стр}}},$$

$$\text{где } \sigma_{кр.обш} = \frac{3,6 \cdot 6,9 \cdot 10^{10}}{\left(\frac{0,1}{0,002}\right)^2} + \frac{0,15 \cdot 6,9 \cdot 10^{10}}{\left(\frac{1,62}{0,002}\right)} = 107,98 \text{ МПа}$$

$E = 0,69 \cdot 10^{11}$ Па – модуль упругости материала обшивки, $R = 1,62$ м – радиус свода фюзеляжа, $\sigma_{кр.стр} = 240$ МПа

$$\psi_{обш} = \sqrt{\frac{107,98}{240}} = 0,671$$

$$107,98 \cdot 10^6 \cdot 25 \cdot (165 \cdot 10^{-6} + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 0,671) = 2,81 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

$$\frac{M_z^P}{H} = \frac{5908000}{2,16} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

$$2,81 \cdot 10^6 \geq 2,7 \cdot 10^6$$

Условие устойчивости выполняется. Принимаем толщину обшивки в расчетном опасном сечении $\delta = 2$ мм и профиль стрингера Пр100-61 с шагом 0,1 м по внутреннему контуру обшивки фюзеляжа.

Расчет на прочность шпангоута

Шпангоуты нагружаются местными аэродинамическими силами и нагрузками от совместной работы силовых элементов фюзеляжа (обшивки и стрингеров). Все эти нагрузки передаются на шпангоут обшивкой и стрингерами.

Усиленные шпангоуты нагружаются еще и сосредоточенными силами от прикрепленных к ним других частей самолета (крыла, оперения, шасси) и грузов. Кроме того, усиленные шпангоуты становятся по краям больших вырезов в фюзеляже, в местах стыков, где меняется форма фюзеляжа.

Расчетным сечением принято критическое сечение фюзеляжа, где

$M_z^P = \max$. Расчет ведется от усилия изгибающего момента крыла.

$M_{изг} = 949173,2$ Н·м (Изгибающий момент передающийся на 1 шпангоут от консоли крыла).

На участках $\beta = 100^\circ$ и $\beta = 130^\circ$ располагается пара сил от изгибающего момента крыла, значение сил определяется по формуле:

$$N = \frac{M_{изг}}{R_{экр} \cdot (\sin 130^\circ - \sin 100^\circ)} = \frac{949173,2}{1,62 \cdot (0,766 - 0,985)} = -1248902,486 H$$

С достаточной для практики точностью можно приближенно считать моменты $M_A = M_B \approx 0$. В этом случае в точках А и В шпангоута действуют только горизонтальные нормальные усилия:

$$S_A = S_B = \frac{M_{изг}}{2 \cdot R_{экр}} = \frac{949173,2}{2 \cdot 1,62} = 292954,7 H$$

Тогда делим шпангоут на две половины, и каждую рассматриваем отдельно. При этом текущий момент в любом сечении шпангоута находится как:

$$M_S = S_A \cdot R_{экр} \cdot (1 - \cos \beta) .$$

Усилие S_A в каждом сечении раскладывается на составляющие нормальное N_s и поперечное Q_s усилия:

$$Q_s = S_A \cdot \sin \beta,$$

$$N_s = S_A \cdot \cos \beta.$$

1) Определяем значения нормальных N_s и поперечных Q_s усилий и изгибающего момента M_s в сечениях:

$$2) Q_s = S_A \cdot \sin \beta$$

$$N_s = S_A \cdot \cos \beta$$

$$M_s = S_A \cdot R_{\text{экв}} \cdot (1 - \cos \beta)$$

Пример вычислений для $\beta = 15^\circ$:

$$Q_s = 292954,7 \cdot \sin 15^\circ = 75822,26 \text{ Н}$$

$$N_s = 292954 \cdot \cos 15^\circ = 282972,51 \text{ Н}$$

$$M_s = 292954,7 \cdot 1,62 \cdot (1 - \cos 15^\circ) = 16171,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Таблица - результаты расчета

№	β°	M_s , Н м	Q_s , Н	N_s , Н
1	0	0	0	292954,7
2	15	16171,15	75822,26	282972,51
3	30	63582,55	146477,4	253706,21
4	45	139003,2	207150,3	207150,26
5	60	237293,3	253706,2	146477,35

По эпюрам нагружения видно, что опасным сечением является сечение в районе крепления крыла ($M_s \text{ max}$, $Q_s \text{ max}$).

Для данного сечения определяем нормальные и касательные напряжения по формулам:

$$\sigma = \frac{M_s}{J_x} \cdot \frac{h}{2} + \frac{N_s}{F}, \tau = \frac{Q_s}{J_x \cdot \delta_{\text{ш}}} \cdot S_x,$$

где J – момент инерции поперечного сечения шпангоута, F – площадь сечения шпангоута, S_x – статический момент отсеченной части, $\delta_{\text{ш}}$ – толщина стенки шпангоута.

Для опасного сечения шпангоута подбираем сечение профиля с такой площадью поперечного сечения, чтобы выполнялось условие: $[\sigma] \geq \sigma, [\tau] \geq \tau$.

Магистранты, не предоставившие в срок курсовую работу/проект к сдаче экзаменов и предзащите магистерской диссертации не допускаются.

Для организации научно-исследовательской практики выпускающей кафедрой, где реализуются магистерские программы, составляется расписание информационных собраний и индивидуальных и групповых контрольных занятий. Указанные в расписании магистратуры информационные собрания и контрольные занятия являются формами промежуточного и итогового контроля научно-исследовательской практики и обязательны для посещения всеми студентами магистратуры.

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
	<i>Анализ литературных источников Анализ конструкции и условий работы изделий АТ.</i>	ПК-10	базовый	промежуточный отчет о выполненной НИР
	<i>Исследование эффективности изделий АТ. Анализ результатов исследования</i>	ПК-10	базовый	отчет о выполненной НИР

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики

7.1 Основная литература

1. Джекутанов Б.К. и др. История и философия науки. – С.Пб.: Питер, 2006.
2. Технология машиностроения, в 2-х кн.: Учебное пособие для вузов/ Э. Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. : Под ред. С.Л. Мурашкина,- М.: Высшая школа, 2005.

7.2. Дополнительная литература

1. Горохов В. Г. Основы философии техники и технических наук : [учебное пособие для студентов и аспирантов].М. : Гардарики, 2007 .335с.
2. СТП УГАТУ 016-2007. Графические и текстовые конструкторские документы. Требования к построению, изложению и оформлению. Введен 23.02.98.

7.3 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов (экз.)	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
	2	3	4	5
1.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД -1217/0208-15 от 03.08.2015

			по сети УГАТУ	
2.	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» http://e-library.ufa-rb.ru	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
3.	Консорциум аэрокосмических вузов России http://elsau.ru/	1235	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
4.	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml.simple-fulltxt.xsl+rus	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1.	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
2.	СПС «КонсультантПлюс»	2007691 экз.	По сети УГАТУ	Договор 1392/0403-14 т 10.12.14

3.	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион», договор № 3/Б от 21.01.2013 (пролонгирован до 08.02.2016.)
4.	ИПС «Технорма/Документ»	36939 экз.	Локальная установка: библиотека УГАТУ-5 мест; кафедра стандартизации и метрологии -1 место; кафедра начертательной геометрии и черчения-1 место	Договор № АОСС/914-15 № 989/0208-15 от 08.06.2015.
5.	Научная электронная библиотека eLIBRARY* http://elibrary.ru/	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации и в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
6.	Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier http://www.sciencedirect.com	120 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.
7.	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer*	1900 наимен.	С любого компьютера	Доступ открыт по

	http://www.springerlink.com	журнал.	а по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	гранту РФФИ
8.	Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group* http://www.tandfonline.com/	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
9.	Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*	650 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
10.	Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* http://www.oxfordjournals.org/	275 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и ГПНТБ

				России
11.	<p>Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science</p> <p>http://www.sciencemag.org</p>	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
12.	<p>Научный полнотекстовый журнал Nature компании NaturePublishingGroup*</p> <p>http://www.nature.com/</p>	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
13.	<p>Научные полнотекстовые журналы Американского института физики</p> <p>http://scitation.aip.org/</p>	18 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
14.	<p>Научные полнотекстовые ресурсы OpticalSocietyofAmerica*</p> <p>http://www.opticsinfobase.org/</p>	22 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.00 02 между Министерством образования и науки и

				ГПНТБ России
15.	База данных GreenFile компании EBSCO* http://www.greeninfoonline.com	5800 библиографич есей, частично с полными текстами	С любого компьютер а по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям- участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионног о договора)
16.	Архив научных полнотекстовых журналов зарубежных издательств*- Annual Reviews (1936-2006) Cambridge University Press (1796-2011) цифровой архив журнала Nature (1869- 2011) Oxford University Press (1849– 1995) SAGE Publications (1800-1998) цифровой архив журнала Science (1880 - 1996) Taylor & Francis (1798-1997) Институт физики Великобритании The Institute of Physics (1874-2000)	2361 наимен. журн.	С любого компьютер а по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен российским организациям- участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионног о договора)

7.6 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Для проведения НИР и составления отчетов рекомендуется использовать только лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программные продукты:

- Операционная система WindowsXP (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 PowerPoint, приложение для работы с электронной почтой и ведения организационной работы в офисе MS Outlook.
- Редактор диаграмм Visio 2003 (лицензия MSDNAA).

Ansys	Академическая лицензия № 00451253	Программный пакет для моделирования физических процессов в узлах и элементах авиационной техники
-------	-----------------------------------	--

8 Материально-техническое обеспечение НИР

- специализированный учебный компьютерный класс для решения инженерных задач проектирования узлов и агрегатов авиационной и ракетной техники (2-510);
- лабораторный испытательный комплекс «Аэропорт» для проведения учебных занятий, учебной практики (вертолет Ми-8, самолет Ту-134, испытательный стенд с двигателем ТА-6А);
- музей авиационных двигателей(макеты: самолет МИГ-21, двигатели:ТВ7-117,ТС-12, НК-12, ВД-7М, Д-36, НК-8-4, ТВ2-117, ВД-100, ТА-8, ГТД-350, Д-136, Р27В-300, РД36-35ФВР, М601, АЛ-31Ф, ГТДЭ-117, РД-33, ТА-6А, ТГ-16М, М701, Т-56, ТВ3-117, ГТД-3Ф, АИ-24, АИ-20, Д-25В, Д-20П, РД-45(ВК-1), Р13-300, РД-9Ф, Р11Ф-300, АИ-25, Р29Б-300, РУ13-300, АШ-82В, ТС-21, РД-107(ЖРД), АШ-62, М14, КР-17А);
- автоматизированный специализированный стенд MiniLab для испытания малоразмерного турбореактивного двигателя SR-30 (2-504);
- лаборатории автоматизации, регулирования и автоматизации испытаний ГТД (2-506).

9 Реализация НИР лицами с ОВЗ

Выбор мест и способов прохождения НИР для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом требований их доступности, а также рекомендованных условий и видов труда. В таком случае требования к структуре и содержанию НИР адаптируются под конкретные ограничения возможностей здоровья обучающегося, и отражаются в индивидуальном задании на НИР.